• Nenden Fauziah • Berlian Nurcahya • Naeli Nurlaeli

Ilmu Pengetahuan Alam

Untuk Siswa SMP/MTs Kelas VIII

PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Penulis
Nenden Fauziah, Berlian Nurcahya, Naeli Nurlaeli

Tata Letak
Prista Rini

Desain Kover
Andhika Cakra Permana

Jenis Huruf
Haettenschwiler, Book Antiqua, 11 pt

Ukuran Buku
17,6 x 25 cm

507
NEN
i

NENDEN, Fauziah
Ilmu Pengetahuan Alam 2 : untuk SMP/MTs Kelas VIII / penulis, Nenden Fauziah, Berlian Nurcahya, Naeli Nurlaeli . — Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
vi, 178 hlm, : ilus. ; 25 cm

Bibliografi : hlm.178
Indeks
ISBN : 978-979-068-759-2 (no jilid lengkap)
ISBN : 978-979-068-762-2

1. Sains-Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Berlian Nurcahya III. Naeli Nurlaeli

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional

Diperbanyak oleh ...

Kata Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2009, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 9 Tahun 2009 tanggal 12 Februari 2009.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Juni 2009
Kepala Pusat Perbukuan

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis sampaikan pada Allah SWT, Sang Maha Pelimpah Kasih, Sang Maha Pencurah Sayang, tiada kemampuan dan pengetahuan penulis miliki selain atas izin Sang Maha Mengetahui.

Para siswa sekalian buku Kelas VIII ini penulis buat dengan harapan dapat membantu proses pembelajaran yang sedang kamu jalani. Penulis berharap buku ini dapat membantu kamu dalam menghadapi mitos bahwa pelajaran sains itu sulit. Sains mempelajari tentang fenomena alam yang terjadi. Penulis juga berharap kamu dapat tertarik dalam mempelajari sains melalui buku ini.

Dalam buku kamu akan mempelajari apa yang terjadi pada tubuh kita, baik saat tubuh kamu tumbuh dan mengalami perkembangan, juga bagaimana tubuh dapat menjalankan beberapa fungsinya. Pengetahuan yang didapatkan mudah-mudahan dapat membuat kamu paham betapa pentingnya menjaga kesehatan tubuh dengan menghindarkan diri dari beberapa zat aditif dan bahan kimia yang akan merusaknya. Dengan mempelajari buku ini pula penulis berharap kamu akan lebih tertarik memahami apa yang terjadi di lingkungan sekitarmu, baik apa yang terjadi pada tumbuhan, atau pun pada benda yang berkaitan dengan gaya, usaha, energi, getaran, gelombang dan optik.

Penulis bukan orang yang pintar sehingga membuat buku ini. Tekad penulis yang ingin berperan serta membantu kamu belajar mendorong begitu kuat. Penulis punya keyakinan di dunia ini tidak ada orang yang bodoh, yang ada hanya orang yang malas. Harapan penulis semoga buku ini membawa berkah bagi semua pihak, terutama bagi kamu, anak harapan bangsa.

Mari kita bangun bangsa ini dengan mencurahkan segala bakat dan kemampuan kita. Dengan tekad yang kuat, doa dan kerja keras dalam mempelajari segala hal, penulis yakin cita-cita kamu dapat diwujudkan. Selamat belajar!

Januari, 2008.

Penulis

Daftar Isi

Bab 1

Pertumbuhan dan Perkembangan Makhluk Hidup

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- menganalisis pentingnya pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup;
- mendeskripsikan tahapan perkembangan manusia.

Peta Konsep

Tumbuh dan berkembang merupakan ciri makhluk hidup. Pertumbuhan merupakan proses yang tidak dapat balik lagi, dan merupakan pertambahan ukuran suatu mahluk hidup sebagai akibat dari pertambahan dan pembesaran sel dalam tubuh. Pembesaran sel terjadi karena bertambahnya zat yang masuk kedalam sel, sedangkan jumlah sel dalam tubuh bertambah karena terjadinya peristiwa pembelan dari sel penyusun tubuh. Perkembangan merupakan proses pengembangan struktur dan fungsi sel dalam organ tertentu.

1.1 Pertumbuhan dan Perkembangan

Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dan hewan merupakan proses alamiah yang harus dijalani, namun dalam proses tersebut terdapat beberapa faktor yang akan menunjang atau bahkan menghambat pertumbuhan dan perkembangan tersebut.

A. Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Gambar 1.1 Bunga

Sumber : dokumentasi penulis

Tumbuhan saat berukuran kecil menjadi berukuran besar dan semakin banyak cabang, maka dikatakan sebagai pertumbuhan. Sedangkan ketika mulai tumbuh bunga maka dikatakan mengalami perkembangan.

Perkembangan pada tumbuhan mencapai dewasa ditandai dengan adanya bunga dan buah pada tumbuhan berbunga (Gambar 1.1). Perkembangan pada tumbuhan berupa tahapan perubahan mulai dari biji, menjadi tanaman, kemudian berbunga dan berbuah.

Pertumbuhan berupa penambahan panjang batang dan akar disebut pertumbuhan primer, sedangkan pertumbuhan diameter batang disebut pertumbuhan sekunder. Pada tumbuhan, pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar, diantaranya: makanan, gravitasi, cahaya, kelembaban, suhu dan kadar oksigen tempat tumbuhan itu berada. Faktor dalam, yaitu sifat bawaan dan hormon lebih menentukan bagaimana pertumbuhan terjadi.

Makanan berupa zat dan mineral yang terkandung dalam tanah merupakan faktor paling penting untuk pertumbuhan Mineral yang diperlukan tumbuhan terdiri dari makronutrisi dan mikronutrisi. Mineral makronutrisi diantaranya: oksigen, karbon , hidrogen, nitrogen, kalium, kalsium, magnesium, fosfor dan sulfur. Fungsi utama mineral makronutrisi tampal pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Mineral makronutrisi dan fungsinya

Elemen	Fungsi
Oksigen	Penyusun utama materi organik
Karbon	Penyusun utama materi organik
Hidrogen	Penyusun utama materi organik
Nitrogen	Penyusun asam nukleat, protein, hormon dan koenzim
Kalium	Kofaktor fungsional dalam sintesis protein
Kalsium	Pembentuk dan penstabil dinding sel, pemelihara struktur membran dan permeabilitas, pengaktif beberapa enzim
Fosfor	Penyusun asam nukleat, fosfolipid, ATP dan beberapa koenzim
Sulfur	Penyusun protein dan koenzim

Mineral mikronutrisi diantaranya adalah klorin, besi, boron, mangan, seng, tembaga, molibdenum, dan nikel. Fungsi-fungsi mineral mikronutrisi ini terdapat dalam tabel 1.2

Tabel 1.2 Mineral mikronutrisi dan fungsinya

Elemen	Fungsi
Klor	Aktifator fotosintesis
Besi	Penyusun sitokrom dan aktivator beberapa enzim
Boron	Kofaktor sintesis klorofil
Mangan	Membentuk asam amino dan pengaktif beberapa enzim
Seng	Membentuk klorofil
Tembaga	Pembentuk beberapa enzim biosintesis redoks dan ligmen
Molibdenum	Pengikat nitrogen
Nikel	Kofaktor enzim yang berfungsi dalam metabolisme nitrogen

Gravitasi mempengaruhi arah pertumbuhan. Arah pertumbuhan akar menuju pusat bumi disebut dengan geotropisme positif, sedangkan pertumbuhan akar yang berlawanan arah dengan pusat bumi disebut geotropisme negatif. Geotropisme negatif terjadi pada akar bakau karena berbagai faktor sesuai dengan fungsi akar tersebut.

Tumbuhan memerlukan cahaya untuk proses pertumbuhannya, karena tanpa cahaya tidak dapat terjadi proses fotosintesis. Namun selain itu adanya cahaya juga akan mempengaruhi kerja beberapa zat kimia yang ada dalam tumbuhan.

Air sangat penting dalam proses pertumbuhan. Air merupakan pereaksi pada hidrolisis bahan makanan cadangan. Air juga diperlukan untuk pemindahan cadangan makanan, gula, asam amino dan asam lemak bagian tumbuhan tempat pertumbuhan embrio. Keberadaan air ini sangat tergantung pada kelembaban tanah dan udara di sekitar tumbuhan tersebut.

Enzim bekerja untuk memobilisasi makanan pada suhu tertentu, sehingga peran suhu sangat penting. Selain itu, suhu lingkungan yang terlalu tinggi membuat kelembaban berkurang dan proses pertumbuhan terganggu karena kekurangan air.

Faktor lain yang penting untuk pertumbuhan adalah kadar karbon dioksida. Karbon dioksida merupakan bahan utama dalam fotosintesis, yang akan menjadi bahan makanan untuk digunakan dalam pertumbuhan seluruh bagian tumbuhan tersebut.

Hormon tumbuhan dihasilkan oleh jaringan tertentu yang akan diedarkan ke jaringan lain untuk memicu pertumbuhan. Hormon pada tumbuhan antara lain adalah auksin, giberelin, sitokinin, kalin dan asam traumalin. Asam traumalin atau sering juga disebut hormon luka berperang merangsang pertumbuhan di daerah yang luka pada tumbuhan.

Hormon auksin diproduksi pada ujung batang dan akar. Auksin berperan meningkatkan pengambilan oksigen, sehingga meningkatkan suplai energi pada metabolisme tumbuhan. Auksin juga dapat mendorong dominasi apikal, sehingga tumbuhan tidak bercabang atau hanya bercabang sedikit.

Hormon giberelin terdapat pada semua bagian tubuh tumbuhan, tetapi paling banyak terdapat pada biji muda. Giberelin mempengaruhi peningkatan pertumbuhan dan pembelahan. Giberelin dapat memperbanyak pertumbuhan tunas dan menghilangkan dominasi biji, karena dapat menghilangkan hambatan cahaya dan suhu. Giberelin bersama sitokinin dapat digunakan dalam pertumbuhan buah tanpa biji, karena dapat memicu sel-sel karpel tanpa pembuahan.

Hormon sitokinin mempunyai efek kerja berlawanan dengan auksin. Sitokinin merangsang pembelahan sel dan pembentukan tunas, terutama tunas samping. Sitokinin juga mempercepat pertumbuhan memanjang tapi tidak pada pertumbuhan membelok. Selain itu sitokinin juga dapat mempertahankan kesegaran jaringan, sehingga tumbuhan dapat tetap hijau.

Hormon kalin dapat merangsang pertumbuhan organ-organ tertentu. Berdasarkan organ yang dibentuknya, hormon ini dibedakan menjadi rizokalin, kaulokalin, filokalin dan antokalin. Rizokalin untuk merangsang pertumbuhan akar, kaulokalin untuk pembentukkan batang, filokalin untuk pembentukan daun dan antokalin untuk pembentukan bunga.

B. Pertumbuhan dan Perkembangan pada Hewan

Proses perubahan telur menjadi ulat pada kupu kupu merupakan proses perkembangan, sedangkan perubahan dari ulat kecil menjadi ulat besar adalah pertumbuhan. (Gambar 1.2)

Gambar 1.2 Perkembangan hewan(a) telur (b) ulat
Sumber : dokumentasi penulis

Pertumbuhan pada hewan sama halnya dengan manusia ditentukan oleh faktor dalam, yaitu faktor genetik dan hormon yang dimiliki di dalam tubuhnya. Selain itu, terdapat faktor luar yang menunjang pertumbuhan tersebut diantaranya: makanan, lingkungan dan aktifitas fisik yang dilakukan orang tersebut.

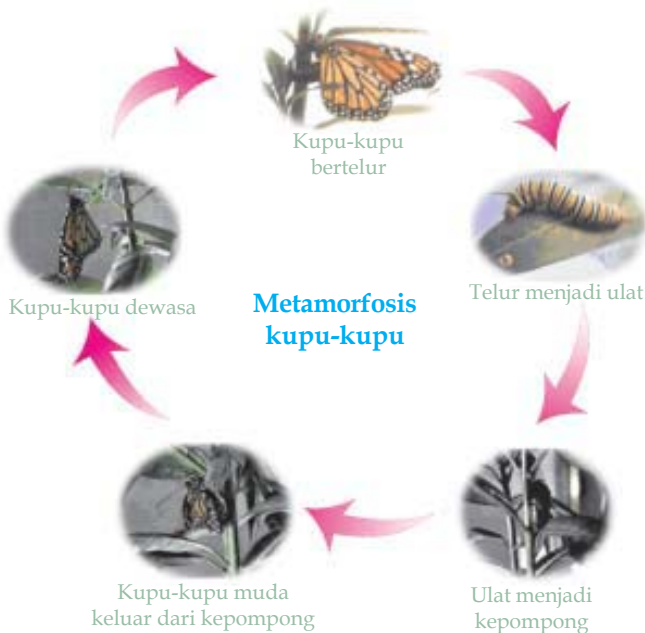
Setiap orang mewarisi sifat genetik yang diperoleh dari kedua orang tuanya. Tulang, kulit, rambut semua anggota tubuh memiliki ketentuan tumbuh sesuai kode genetik yang dimiliki. Sifat ini menentukan bagaimana proses pertumbuhan dapat terjadi pada seseorang. Misalnya jika seorang anak bertubuh tinggi, maka kemungkinan besar ibu, atau ayah, atau salah satu dari nenek-kakeknya memiliki badan tinggi, tapi jika orang tersebut memiliki genetik pendek, maka betapa besar pun usaha berbadan tinggi tidak akan berhasil. Hormon sangat berpengaruh pada pertumbuhan manusia. Hormon yang berpengaruh pada pertumbuhan adalah hormon somatotrof. Kelebihan hormon ini akan menyebabkan pertumbuhan raksasa atau gigantisme, sedangkan kekurangan hormon ini akan menyebabkan kekerdilan atau krenetisme.

Faktor luar juga memiliki peran besar terhadap pertumbuhan seseorang. Makanan merupakan faktor luar yang utama. Makanan yang menunjang pertumbuhan adalah yang mengandung protein yang banyak. Protein merupakan zat pembangun tubuh, pertumbuhan anak yang baik harus ditunjang makanan yang mengandung 20% protein, sedangkan orang dewasa hanya memerlukan 15 % saja. Protein diperlukan untuk pertumbuhan sel dan berfungsi menggantikan sel-sel yang rusak. Kekurangan protein dapat menyebabkan kelemahan fisik.

Lingkungan luar seperti kadar sinar matahari, dan keadaan alam yang akan memicu aktifitas tubuh juga akan berpengaruh pada pertumbuhan. Aktifitas tubuh seperti olah raga juga akan memicu metabolisme dan pertumbuhan badan.

C. Metamorfosis dan Metagenesis

Pada hewan tertentu, terutama hewan invertebrata perkembangannya dari sel telur tidak langsung menjadi wujud yang sempurna dari individu tersebut, tetapi mengalami fase-fase tertentu sebelum berwujud sempurna. Perkembangan tersebut disebut dengan metamorfosis.

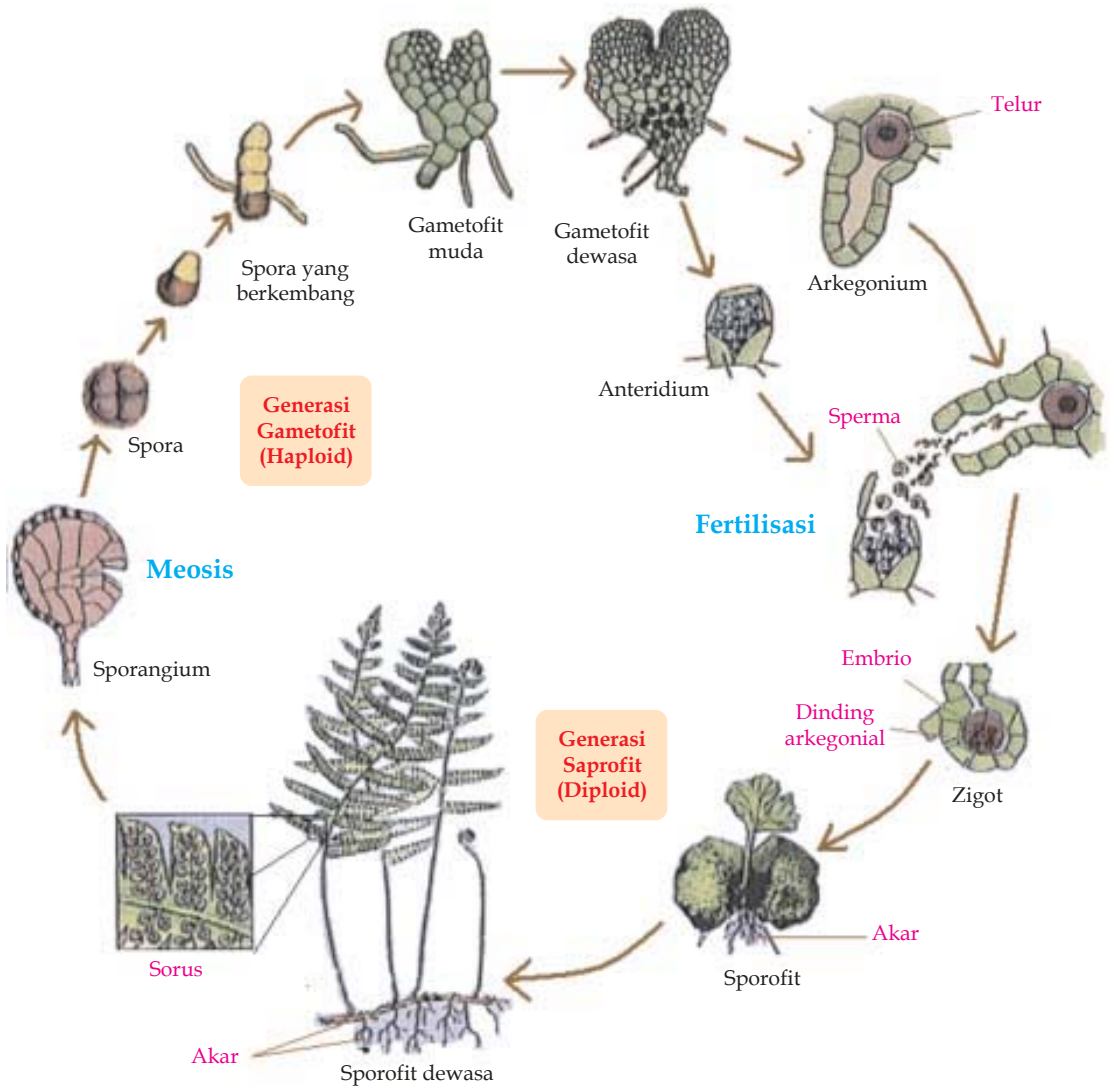
Metamorfosis pada kupu-kupu tergolong metamorfosis sempurna, karena perubahan kupu-kupu melewati tahapan telur, larva, kepompong, kupu-kupu. Kupu kupu dewasa bertelur, telur kupu-kupu kemudian menjadi larva atau sering disebut ulat, setelah cukup memperoleh cukup nutrisi ulat dewasa berubah menjadi kepompong dan setelah semua organ terbentuk sempurna maka kupu-kupu muda akan keluar dari kepompong. Metamorfosis sempurna terjadi juga pada lebah, lalat, nyamuk, dan kumbang.

Gambar 1.3 Metamorfosis kupu-kupu

Sumber : http://www.butterflybushes.com dengan perubahan seperlunya

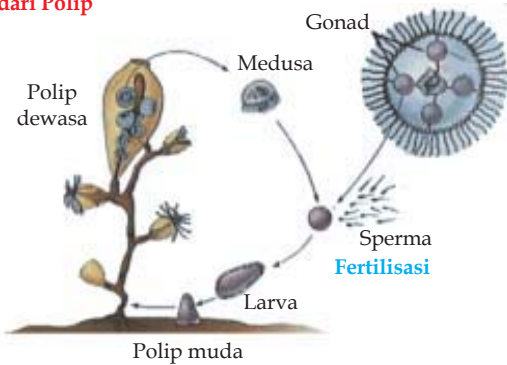
Beberapa serangga tidak mengalami metamorfosis sempurna, karena tidak melalui empat tahap utama proses metamorfosis, seperti yang terjadi pada kecoa yang tidak mengalami tahap pembentukan kepompong.

Metagenesis berbeda dengan metamorfosis. Metamorfosis menyangkut tahap perubahan suatu makhluk hidup dengan adanya perubahan morfologi saja, pada metagenesis bukan hanya terjadi perubahan morfologi dari makhluk hidup yang berbeda tetapi makhluk hidup tersebut memiliki cara reproduksi yang berbeda pada masing masing tahap. Misalnya pada tumbuhan paku.

Pada tumbuhan paku dalam siklus hidupnya memiliki dua tahap perkembangan, yaitu generasi sporofit yang merupakan hasil perkembang biakan secara kawin dan generasi gametofit yang berkembang biak secara kawin. Sporofit dewasa ditandai dengan sporofit tersebut sudah

menghasilkan spora yang terkumpul dalam bentuk sorus. Spora kemudian berkembang menjadi gametofit. Gametofit tersebut akan menjadi dewasa dengan ditandai oleh terbentuknya anteridium yang akan menghasilkan sperma, dan arkegonium yang akan menghasilkan sel telur. Perkembangbiakan secara kawin kemudian terjadi dengan dibuahinya sel telur oleh sperma. Zigot hasil perkawinan kemudian berkembang menjadi sporofit.(Gambar 1.4)

Gambar 1.4 Metagenesis paku

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/f

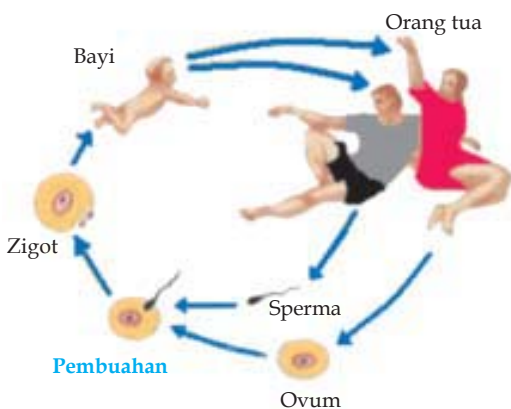
Metagenesis dapat juga dialami oleh beberapa jenis hewan seperti pada ubur-ubur dan beberapa hewan cianidra lainnya. Ubur-ubur mengalami dua tahap perkembangan dalam siklus hidupnya, yaitu tahap medusa yang

Gambar 1.5 Metagenesis ubur-ubur

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

berkembang biak secara kawin dan tahap polip yang berkembang biak secara tak kawin. Tahap medusa ditandai dengan bentuk ubur-ubur yang dapat bergerak bebas di air karena memiliki tentakel halus. Medusa dewasa membentuk gonad yang akan menghasilkan gamet. Gamet jantan atau sperma akan membuahi sel telur, dan zigot yang dihasilkan akan berubah menjadi larva. Larva akan menempel di dasar laut dan berkembang menjadi polip. Polip merupakan bentuk ubur-ubur yang tidak dapat bergerak. Polip kemudian menjadi dewasa dan akan menghasilkan sejumlah medusa. (Gambar 1.5)

Latihan 1.1

1. Apa perbedaan pertumbuhan dan perkembangan ?
2. Sebutkan contoh peristiwa pertumbuhan pada tumbuhan dan hewan
3. Sebutkan contoh peristiwa perkembangan pada tumbuhan dan hewan !
4. Sebutkan faktor-faktor yang mempenhgaruhi pertumbuhan pada tumbuhan dan hewan !
5. Apa perbedaan metamorfosis dan metagenesis ? berikan contoh !

1.2 Perkembangan pada Manusia

Gambar 1.6 Siklus hidup manusia

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/ dengan penyesuaian seperlunya

Manusia dalam proses hidupnya tidak hanya mengalami pertumbuhan ukuran badan tetapi mengalami perkembangan mental. Perkembangan manusia dimulai sejak dari tahap pembuahan dan menjadi zigot. (Gambar 1.6) Zigot berkembang menjadi janin dalam rahim, dan sejak dalam rahim pula perkembangan fisik dan mental manusia terjadi. Berbeda dengan pertumbuhan yang bersifat tidak bisa balik. Perkembangan manusia mempunyai bentuk seperti kurva dari saat bayi yang tidak bisa apa-apa, berkembang segala kemampuan tubuhnya dan kembali menjadi tidak bisa apa-apa pada saat tua dan pikun.

Pertumbuhan badan dan perkembangan terjadi secara cepat dari sejak bayi hingga tahap remaja. Bayi yang baru lahir biasanya belum bisa melihat namun alat indra yang lain seperti pendengaran sudah berfungsi. Perkembangan seseorang sangat dipengaruhi fungsi otak dan kerja hormon. Fungsi otak yang berkembang, tampak dari bayi yang awalnya hanya bisa menangis berkembang menjadi balita yang dapat diajak bicara dan menjadi orang dewasa dengan berbagai kemampuan. Perkembangan pada manusia tidak hanya dipengaruhi oleh faktor makanan dan hormon saja, tetapi juga dengan banyaknya pengalaman seseorang.

Perkembangan merupakan suatu proses menuju kedewasaan yang tidak dapat diukur, namun tahap perkembangan seseorang dapat ditandai dengan beberapa perubahan pada fisik dan sikap seseorang. Pertumbuhan fisik yang merupakan ciri seorang anak sudah berkembang menjadi remaja adalah munculnya ciri kelamin utama (primer) dan ciri kelamin kedua (sekunder).

Pada masa remaja mulai terjadi perubahan organ seksual pada seorang perempuan, ketika menginjak masa ini, ia akan memiliki payudara yang membesar,dan mencuatnya puting susu, pinggul membesar melebihi daripada bahu. Perubahan fisik remaja mulai menunjukkan perbedaan antara anak perempuan dan anak laki-laki. Pada anak perempuan selain badan bertambah tinggi, diikuti dengan pertumbuhan payudara, tumbuh bulu halus berwarna gelap di kemaluan yang kemudian menjadi keriting dan pada beberapa orang disertai dengan tumbuhnya bulu ketiak. Ciri utama perkembangan pada anak perempuan adalah mulai dialaminya menstruasi, yang menunjukkan bahwa organ reproduksinya mulai aktif.

Pada laki-laki masa remaja ditandai dengan munculnya jakun, kulit menjadi lebih kasar, otot mulai tampak. Pada anak laki-laki selain pertumbuhan tinggi badan akibat pertumbuhan tulang-tulang, dikuti dengan membesarnya testis, tumbuhnya bulu halus yang lurus dan berwarna gelap yang kemudian menjadi keriting. Selain pada kemaluan, bulu di dada dan ketiak juga mulai tumbuh. Perubahan yang menandai aktifnya sistem reproduksi pada laki-laki adalah dengan dialaminya ejakulasi. Perubahan kedewasaan laki laki atau masa puber bisa tampak dari luar berupa perubahan suara dan rambut pada wajah tampak menebal.

Perubahan remaja dalam segi budaya dapat dilihat saat ia bergaul dengan teman-teman sebayanya, budaya yang ia terapkan adalah budaya-budaya serapan dari luar negeri dan bukanlah budaya dalam negeri sendiri. Hal ini dapat terjadi karena sifat ke ego-annya lebih besar ketimbang dengan sifat kemandiriannya, hal ini dapat membuat rusak atau hilangnya budaya sendiri. Para remaja lebih senang berpesta pora sebagai adat atau kebudayaan baru daripada saling menolong satu sama lain.

Latihan 1.2

1. Apa perbedaan pertumbuhan dan perkembangan pada manusia ?
2. Apa yang dimaksud dengan perkembangan bersifat kualitatif? Jelaskan !
3. Sebutkan ciri-ciri morfologi tahap perkembangan manusia mulai dari bayi, anak-anak, remaja, dan dewasa !
4. Apa ciri-ciri perkembangan telah terjadi pada seorang anak perempuan?
5. Bilamana seorang anak laki-laki sudah berkembang menjadi remaja?

Rangkuman

- Pertumbuhan merupakan proses yang tidak dapat balik lagi, dan merupakan pertambahan ukuran suatu makhluk hidup sebagai akibat dari pertambahan dan pembesaran sel dalam tubuh. Pembesaran sel terjadi karena bertambahnya zat yang masuk ke dalam sel, sedangkan jumlah sel dalam tubuh bertambah karena terjadinya peristiwa pembelahan dari sel penyusun tubuh. Perkembangan merupakan proses pengembangan struktur dan fungsi sel dalam organ tertentu.
- Pertumbuhan berupa penambahan panjang batang dan akar disebut pertumbuhan primer, sedangkan pertumbuhan diameter batang disebut pertumbuhan sekunder.
- Pada tumbuhan, pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar diantaranya: makanan, gravitasi, cahaya, kelembaban, suhu dan kadar oksigen tempat tumbuhan itu berada. Faktor dalam, yaitu sifat bawaan dan hormon lebih menentukan bagaimana pertumbuhan terjadi.
- Makanan berupa zat dan mineral yang terkandung dalam tanah merupakan faktor paling penting untuk pertumbuhan Mineral yang diperlukan tumbuhan terdiri dari makronutrisi dan mikronutrisi. Mineral makronutrisi diantaranya oksigen, karbon, hidrogen, nitrogen, kalium, kalsium, magnesium, fosfor, dan sulfur.
- Hormon pada tumbuhan antara lain adalah auksin, giberelin, sitokinin, kalin dan asam traumalin.
- Pertumbuhan seseorang ditentukan oleh faktor dalam, yaitu faktor genetik dan hormon yang dimiliki oleh orang tersebut di dalam tubuhnya. Selain itu, terdapat faktor luar yang menunjang pertumbuhan tersebut diantaranya makanan, lingkungan dan aktivitas fisik yang dilakukan orang tersebut.
- Hormon yang berpengaruh pada pertumbuhan adalah hormon somatotrof. Kelebihan hormon ini akan menyebabkan pertumbuhan raksasa atau gigantisme, sedangkan kekurangan hormon ini akan menyebabkan kekerdilan atau krenetisme.
- Proses metamorfosis merupakan perkembangan pada hewan tertentu yang memiliki tahap-tahap sebelum menjadi individu dewasa yang sempurna.

- Metagenesis merupakan tahap perubahan suatu makhluk hidup yang bukan hanya terjadi perubahan morfologi dari makhluk hidup yang berbeda tetapi makhluk hidup tersebut memiliki cara reproduksi yang berbeda pada masing masing tahap.
- Perkembangan manusia dimulai sejak dari tahap pembuahan dan menjadi zigot. Perkembangan manusia mempunyai bentuk seperti kurva dari saat bayi yang tidak bisa apa-apa, berkembang segala kemampuan tubuhnya dan kembali menjadi tidak bisa apa-apa pada saat tua dan pikun.
- Ciri utama perkembangan pada anak perempuan adalah mulai dialaminya menstruasi, yang menunjukkan bahwa organ reproduksinya mulai aktif.
- Perubahan kedewasaan laki laki atau massa puber biasa tampak dari luar berupa perubahan suara dan rambut pada wajah tampak menebal.

Refleksi

Apakah kalian suka makan tauge? Tauge merupakan jenis tumbuhan yang banyak mengandung Vitamin E, sering kita dengar kiasan tentang "bunuh diri di pohon tauge" apakah pohon tauge itu memang ada? Tentu saja, tidak ada yang namanya pohon tauge. Tauge merupakan kecambah dari biji kacang hijau yang selanjutnya akan tumbuh dan berkembang menjadi tanaman kacang hijau, setelah dewasa tanaman kacang hijau akan berbunga dan kembali menghasilkan biji kacang hijau. Perubahan kacang hijau menjadi tauge dan kemudian tanaman kacang menunjukan terjadinya proses pertumbuhan dan perkembangan dari tumbuhan.

Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (×) pada huruf A, B, C, atau D di depan jawaban yang benar!

1. Dari semua faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, yang merupakan faktor dalam adalah ....
   A. vitamin
   B. aktivitas fisik
   C. sinar matahari
   D. hormon
   E. oksigen

2. Gigantisme pada pertumbuhan hewan disebabkan oleh adanya kelebihan hormon ....
   A. somatotrof
   B. adrenalin
   C. insulin
   D. estrogen
   E. testosteron

3. Tahap perkembangan makhluk hidup yang berbeda bentuk morfologi dan cara reproduksinya, disebut sebagai ....
   A. metamorfosis
   B. metamorfosis sempurna
   C. metamorfosis tidak sempurna
   D. metagenesis
   E. mutasi
4. Berikut ini merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pada hewan, *kecuali* ....
   A. aktivitas tubuh
   B. hormon
   C. makanan
   D. faktor genetik
   E. jenis kelamin
5. Hewan yang dapat mengalami metagenesis adalah ....
   A. kupu-kupu
   B. ubur-ubur
   C. belalang
   D. cacing
   E. kecoa
6. Berikut ini termasuk ke dalam hormon yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan, *kecuali* ....
   A. auksin
   B. tiroksin
   C. asam traumalin
   D. rizokalin
   E. sitokinin
7. Bentuk morfologi pada serangga yang tidak terdapat pada metamorfosis tidak sempurna adalah ....
   A. telur
   B. larva
   C. ulat
   D. kepompong
   E. serangga muda
8. Berikut ini adalah ciri kelamin perkembangan anak laki-laki, *kecuali* ....
   A. tumbuhnya jakun
   B. tumbuhnya bulu di ketiak
   C. tumbuhnya bulu halus pada kemaluan
   D. membesarnya pinggul
   E. membesarnya testis

9. Mineral yang termasuk dalam kelompok mikronutrisi adalah ....
   A. oksigen
   B. karbon
   C. hidrogen
   D. kalium
   E. besi
10. Pada paku, sel telur dihasilkan oleh ....
   A. saprofit
   B. gametofit
   C. anteridium
   D. arkegonium
   E. sporangium
11. Hormon tumbuhan yang berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan memanjang tetapi tidak membantu pertumbuhan membelok adalah ....
   A. giberelin
   B. auksin
   C. sitokinin
   D. kalin
   E. tarumalin
12. Metamorfosis dapat dialami oleh hewan berikut, *kecuali* ....
   A. hydra
   B. kecoa
   C. lebah
   D. katak
   E. lalat
13. Berikut adalah faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan *kecuali* ....
   A. kadar oksigen
   B. kadar karbon dioksida
   C. kadar cahaya matahari
   D. suhu
   E. kelembaban
14. Saprofit menjadi dewasa ditandai dengan terbentuknya ....
   A. sorus
   B. arkegonium
   C. anteridium
   D. sel telur
   E. sperma

15. Bukti bahwa gravitasi mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan adalah ....
    A. daun sebelah barat lebih subur
    B. akar mendekati sumber air
    C. akar menuju pusat bumi
    D. batang tumbuh ke atas
    E. batang tumbuh membelok
16. Tanda bahwa seorang wanita sistem reproduksinya sudah berfungsi adalah ....
    A. mengalami ejakulasi
    B. mengalami menstruasi
    C. tumbuhnya payudara
    D. mencuatnya putting susu
    E. membesarnya pinggul
17. Giberelin dapat memacu pertumbuhan buah tanpa biji karena ....
    A. dapat memicu sel-sel karpel tanpa pembuahan
    B. dapat menghilangkan hambatan cahaya
    C. dapat menghilangkan hambatan biji
    D. dapat meningkatkan pembelahan
    E. dapat meningkatkan pertumbuhan
18. Bentuk ubur ubur yang dapat bergerak bebas disebut ....
    A. gonad
    B. medusa
    C. polip
    D. gamet
    E. larva
19. Supaya tumbuhan tidak bercabang, maka petani harus memicu kerja hormon ....
    A. giberelin
    B. auksin
    C. sitokinin
    D. kalin
    E. asam tarumalin
20. Metamorfosis tidak sempurna terjadi pada ....
    A. kupu-kupu
    B. kecoa
    C. lebah
    D. lalat
    E. nyamuk

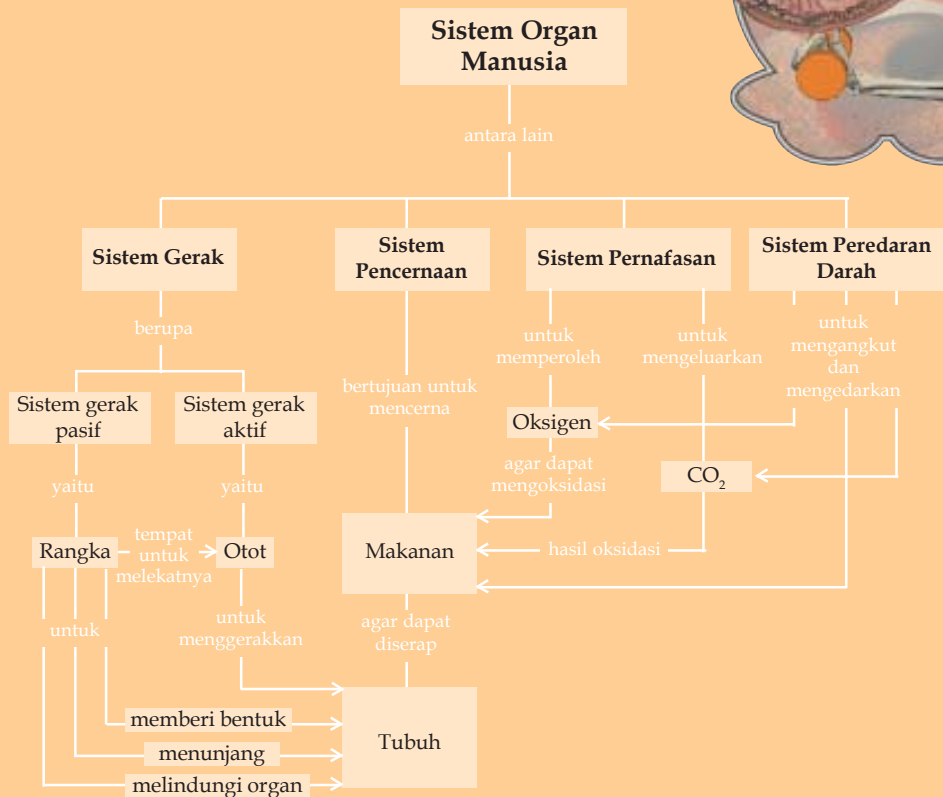
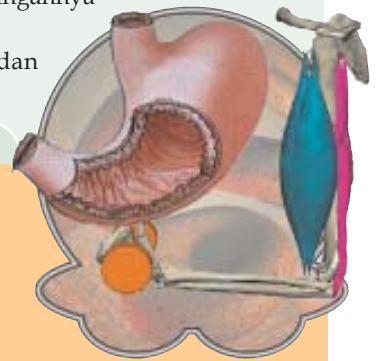
Bab 2

Beberapa Sistem Organ Manusia

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- mendeskripsikan sistem gerak pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan;
- mendeskripsikan sistem pencernaan pada manusia dan dan hubungannya dengan kesehatan;
- mendeskripsikan sistem pernapasan pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan;
- mendeskripsikan sistem peredaran darah pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

Peta Konsep

Sistem organ merupakan sekelompok sel, jaringan, dan organ yang memiliki fungsi tertentu. Sistem organ yang terdapat pada manusia antara lain sistem gerak, sistem pencernaan, sistem pernapasan dan sistem peredaran darah.

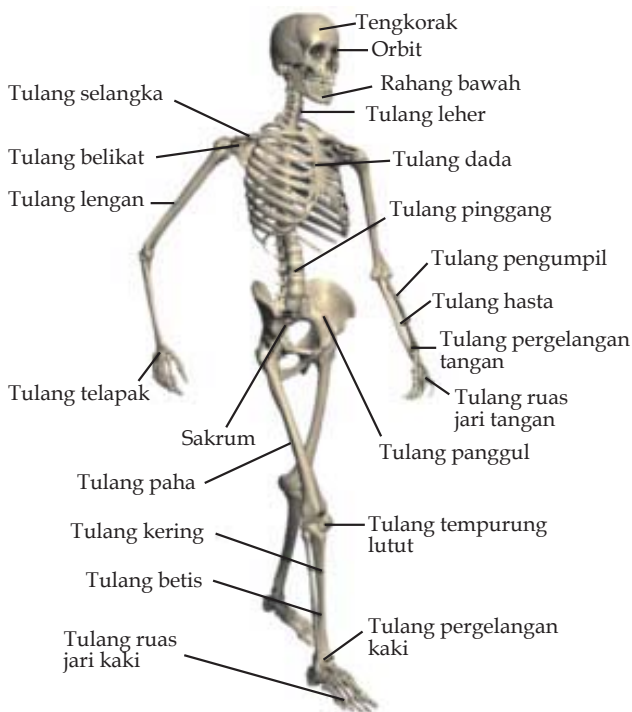
2.1 Sistem Gerak Manusia

Sistem gerak pada manusia terbagi dalam dua kelompok, yaitu *sistem gerak pasif*, yang tersusun atas tulang-tulang yang membentuk rangka tubuh, dan *sistem gerak aktif*, yang tersusun atas otot-otot yang menempel pada tulang rangka.

A. Rangka Manusia

Kerangka tubuh manusia terletak di dalam tubuh ditutupi oleh kulit dan daging sehingga disebut *rangka dalam*. Rangka berfungsi untuk menunjang tubuh dan memberi bentuk tubuh, sebagai tempat melekatnya otot-otot rangka. Rangka juga berfungsi sebagai alat gerak pasif dan pelindung bagian tubuh yang lunak. Rongga tulang pada rangka manusia yang bersumsum merah merupakan pusat penghasil sel-sel darah.

Gambar 2.1 Rangka tubuh manusia

Sumber : G. Blider (CD)

Rangka manusia terdiri dari ± 206 ruas tulang yang mempunyai ukuran dan bentuk yang bervariasi. Tulang-tulang penyusun rangka dikelompokkan menjadi tulang tengkorak, tulang pembentuk tubuh dan tulang anggota gerak

Anggota gerak dikelompokkan menjadi anggota gerak atas dan anggota gerak bawah. Tulang anggota gerak atas terdiri dari lengan, tulang hasta, tulang pengumpil, tulang pergelangan tangan, tulang telapak tangan dan tulang jari tangan. Tulang anggota gerak bawah terdiri dari tulang paha, tulang kering, tulang betis, tulang pergelangan kaki, tulang telapak kaki dan tulang jari kaki.

Susunan dan bentuk tulang anggota gerak atas sesuai dengan fungsi lengan, misalnya untuk mengangkat, melempar, memukul,

memegang, menggenggam, memungut, dan menjumput. Tulang Anggota gerak bawah memiliki bentuk dan susunan tulang anggota gerak bawah lebih disesuaikan untuk berjalan, berlari, dan menahan beban tubuh.

B. Jenis Tulang pada Tubuh Manusia

Tulang-tulang yang menyusun tubuh manusia tersusun sedemikian rupa sesuai dengan fungsinya. Rangka tubuh manusia sebagian besar tersusun atas tulang keras dan sedikit tulang rawan.

1. Tulang Keras

Tulang keras terbagi atas tiga bentuk utama, yaitu tulang pipa, tulang pipih, dan tulang pendek. Tulang keras dibungkus oleh lapisan jaringan ikat atau periosteum. yang merupakan tempat melekatnya otot. Saluran Havers pada tulang keras mengandung pembuluh darah yang berfungsi untuk memberikan makanan bagi sel tulang keras (*osteosit*).

Tulang pipa biasanya berbentuk bulat panjang serupa pipa. Ujung-ujungnya membentuk bonggol yang di dalamnya berisi sumsum kuning. Contoh tulang pipa misalnya tulang paha, tulang lengan, tulang kering, tulang betis, dan tulang ruas-ruas jari.

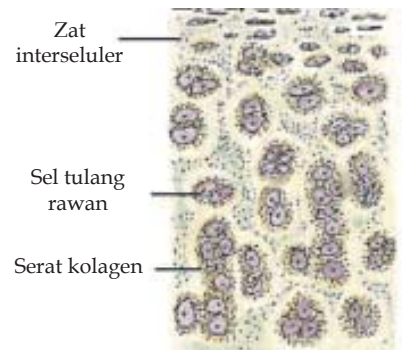
Tulang pipih bentuknya pipih dengan rongga sumsum merah di dalamnya tempat pembentukan sel darah merah dan sel darah putih. Contoh tulang pipih yaitu tulang-tulang yang membentuk tengkorak, tulang belikat, tulang bahu, tulang dada, tulang rusuk, dan tulang panggul.

Gambar 2.2 Struktur tulang pipa

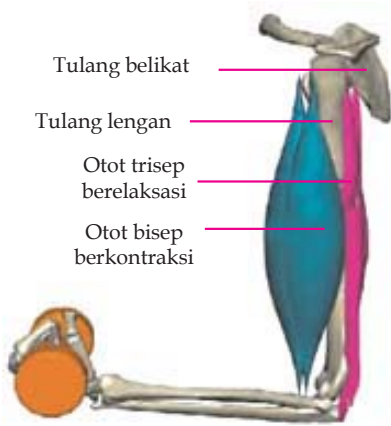
Sumber : G. Blider (CD)

Tulang pendek bentuknya tidak beraturan dengan rongga berisi sumsum merah. Contoh tulang pendek yaitu tulang-tulang yang membentuk pergelangan tangan, pergelangan kaki, telapak tangan dan jari-jari tangan, telapak kaki dan jari-jari kaki, serta ruas-ruas tulang belakang.

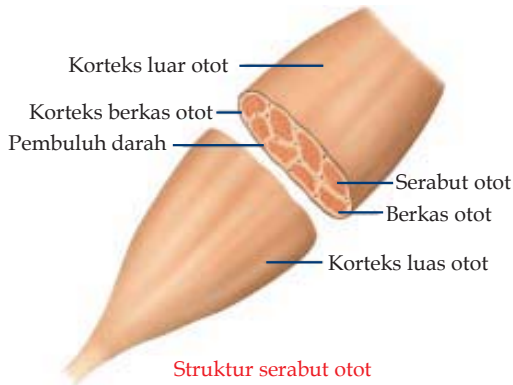
2. Tulang Rawan

Saat masih bayi, rangka manusia masih berupa tulang rawan. Seiring dengan perkembangannya, tulang rawan berangsur-angsur tumbuh menjadi tulang keras. Pada bagian tertentu, tulang rawan tidak mengalami perubahan, seperti pada persendian tulang, ujung hidung, daun telinga. Tulang rawan mengandung banyak zat perekat (*kolagen*) yang tersusun atas protein, sedangkan zat kapurnya sedikit. Hal ini menyebabkan tulang rawan bersifat lentur dan elastis.

Gambar 2.3 Sel tulang rawan

Sumber : G. Blider (CD)

C. Otot

Gambar 2.4 Otot pada lengan
Sumber : G. Blider (CD)

Manusia dapat mengerakkan tubuhnya karena adanya otot. Otot atau yang dikenal dengan istilah sehari-hari "daging" terdiri atas sel-sel otot. Sifat sel otot adalah mempunyai kemampuan untuk mengerut (kontraksi) dan mengembang kembali (relaksasi).

Otot mampu memberikan tarikan pada tulang karena dapat melakukan kontraksi. Saat kontraksi serabut otot akan memendek dan tendon yang melekat pada tulang akan membuat tulang tertarik ke arah yang lebih dekat searah kontraksi otot. Untuk mengembalikan tulang pada posisi semula maka otot mengalami relaksasi, dengan memanjang seperti semula.

Gambar 2.5 Serabut otot
Sumber : G. Blider (CD)

Otot yang terdapat pada rangka yang berfungsi sebagai alat gerak aktif merupakan otot lurik. Kumpulan serabut otot lurik akan membentuk berkas otot. Berkas otot membentuk otot yang melekat pada tulang. Ujung otot yang melekat pada tulang disebut sebagai tendon. .

D. Persendian

Hubungan antar tulang pada rangka tubuh disebut sebagai persendian. Berdasarkan perbedaan kemampuan geraknya persendian terbagi dalam sendi gerak, sendi kaku dan sendi mati.

Sendi gerak merupakan hubungan antar tulang dengan kemampuan gerak lebih banyak. Pada sendi gerak tulang yang satu dengan tulang yang lain diikat dengan semacam jaringan pengikat atau ligamen. Gerakan antar tulang ini akan menimbulkan gesekan dan rasa sakit jika pada rongga antar tulang tidak terdapat minyak sendi. Berdasarkan jenis gerakannya sendi gerak

dikenal dengan berbagai jenis sendi, di antaranya sendi peluru, sendi putar, sendi pelana, sendi gulung dan sendi engsel. (Gambar 2.6)

Sendi peluru merupakan persendian yang memungkinkan gerakan ke seluruh arah, dan biasanya berporos tiga. Sendi peluru terdapat pada hubungan antara tulang lengan atas dan tulang belikat. Pada sendi peluru ujung tulang yang satu dengan yang lain membentuk lekukan berupa lingkaran sehingga bonggol tulang yang satu dapat masuk pada lekukan tulang yang lain. Hubungan antar tulang panggul dan tulang paha juga merupakan sendi peluru.

Gambar 2.6 Persendian pada manusia
http://www.emc.maricopa.edu/f

Hubungan antar tulang dimana ujung tulang yang satu berupa tonjolan yang masuk kedalam lubang tulang yang lain disebut sendi putar. Sendi putar memungkinkan terjadinya gerakan memutar. Sendi putar terdapat pada hubungan antara tulang hasta dan tulang pengumpil, juga pada hubungan antara tulang pemutar dan tulang atlas.

Hubungan tulang yang memungkinkan terjadinya gerakan dua arah adalah sendi pelana. Sendi pelana terdapat pada hubungan antara tulang ibu jari dengan tulang telapak tangan. Hubungan antara tulang telapak tangan dengan tulang pengumpil merupakan sendi gulung.

Hubungan antara ujung tulang yang menghasilkan gerakan seperti engsel pada pintu disebut sendi engsel. Hubungan antara tulang paha dengan tulang kering pada lutut, atau antara tulang lengan dengan tulang hasta pada sikut serta pada ruas-ruas ibu jari juga merupakan sendi engsel.

Sendi kaku merupakan jenis persendian yang memungkinkan terjadinya sedikit gerakan. Sendi kaku terdapat pada hubungan antar tulang-tulang pergelangan tangan dan tulang pergelangan kaki.

Sendi mati merupakan jenis persendian yang menghubungkan tulang yang satu dengan tulang yang lain tanpa dapat digerakkan sama sekali. Persendian jenis ini terdapat pada hubungan antara tulang pada tengkorak.

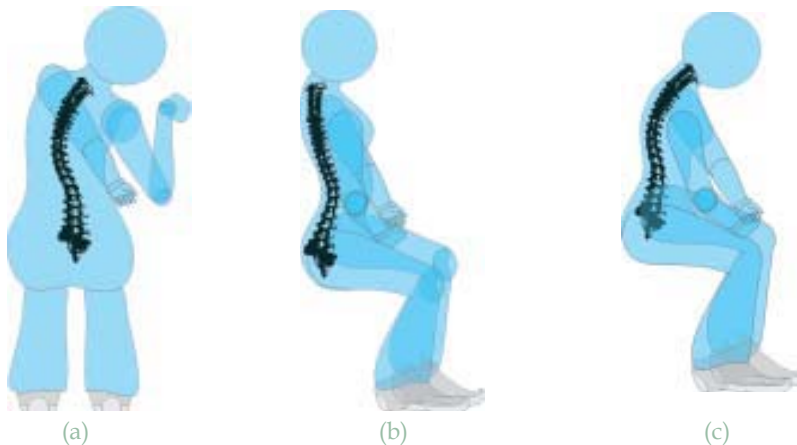
E. Gangguan dan Kelainan pada Tulang

Tulang merupakan organ manusia yang turut tumbuh dan memerlukan suplai makanan. Sehingga selain akibat kecelakaan, tulang pun dapat mengalami gangguan akibat kekurangan gizi. Virus, faktor genetik, dan faktor kebiasaan juga dapat menimbulkan kelainan pada tulang.

Kecelakaan merupakan faktor luar yang dapat menyebabkan tulang mengalami retak atau lepas pada persendiannya. Lepas tulang biasanya banyak dialami pada hubungan antar tulang terutama jika berbentuk sendi putar.

Tulang terutama saat proses pertumbuhan pada anak-anak membutuhkan gizi terutama vitamin D dan kalsium. Kekurangan vitamin D dan kalsium akan menganggu proses pertumbuhan tulang sehingga selain tidak tumbuh maksimal dapat juga menimbulkan kelainan bentuk tulang sepeti bentuk O atau bentuk X. Kekurangan kalsium pada orang dewasa juga akan menyebabkan osteoartritis. Osteoartritis adalah penyakit yang tidak menurun tetapi berhubungan dengan tumbuhnya tulang yang menyebabkan hambatan pada gerakan dan rasa sakit.

Rematik merupakan penyakit tulang akibat adanya kerusakan sebagian pada tulang. Rematik dapat ditimbulkan akibat pola makan dan juga akibat faktor keturunan. Virus dapat juga menimbulkan penyakit tulang yang disebut dengan polio. Virus polio dapat membuat tulang menyusut dan mengalami kelumpuhan pada tulang yang hampir tidak dapat disembuhkan. Polio dapat dicegah dengan melakukan imunisasi polio pada saat masih anak anak, sehingga anak tersebut memiliki daya tahan tubuh terhadap serangan virus polio.

(a) (b) (c)

Gambar 2.7 Gangguan pada tulang (a) skoliosis, (b) lordosis, (c) kifosis

Sumber : Dokumentasi penulis

Kelainan pada tulang juga dapat ditimbulkan karena faktor kebiasaan. Kebisaan yang dilakukan seseorang seperti kebiasaan duduk dalam jangka waktu yang lama akan membentuk susunan tulang sesuai kebiasaan tersebut. Kebiasaan duduk bengkok ke kiri atau kekanan menimbulkan kelainan tulang yang disebut skoliosis(Gambar 2.7(a)). Kebiasaan duduk sehingga membuat susunan tulang punggung bergelombang dan tidak rata disebut lordosis. (Gambar 2.7(b) Kebiasaan duduk dan membaca yang membentuk punggung menjadi bungkuk disebut kifosis(Gambar 2.7 (c).

Latihan 2.1

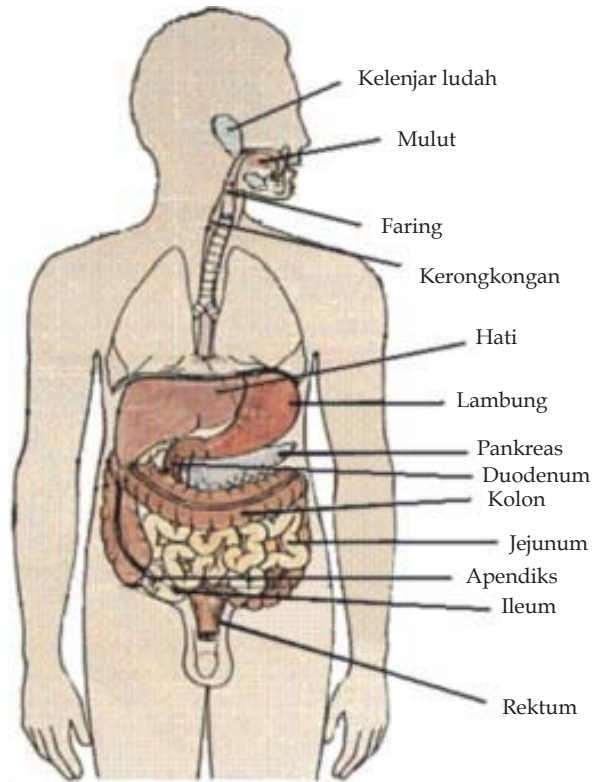
1. Jelaskan perbedaan antara tulang rawan dan tulang keras berdasarkan zat penyusunnya!
2. Bagaimana cara otot bekerja untuk menggerakkan tubuh kita?
3. Sebutkan macam macam persendian yang ada dalam tubuh kita berikut contohnya!
4. Gangguan apa yang dapat terjadi pada otot?
5. Apa hubungan kebiasaan duduk dengan kelainan pada bentuk tulang belakang? Jelaskan!

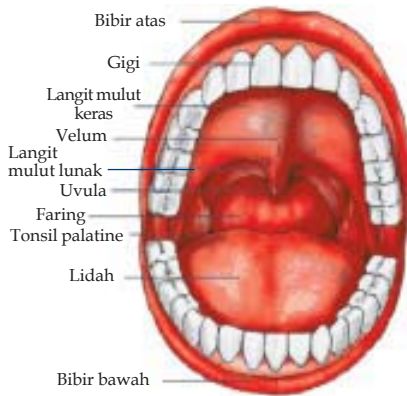
2.2 Sistem Pencernaan

Makhluk hidup memerlukan makanan untuk tumbuh, memperoleh energi, dan mengganti sel yang rusak. Makanan yang kita butuhkan tidak dapat langsung diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh tetapi harus dipecah menjadi molekul kecil yang dapat larut. Proses pemecahan makanan menjadi bentuk yang dapat diserap disebut pencernaan. Sistem pencernaan makanan manusia terdiri atas alat pencernaan dan kelenjar pencernaan. Kelenjar pencernaan seperti kelenjar ludah, hati dan pankreas yang akan menghasilkan enzim-enzim pencernaan. Enzim-enzim tertentu berfungsi untuk mengubah makanan menjadi zat yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Tanpa enzim yang dihasilkan oleh pankreas, kita akan mati kelaparan walaupun banyak makanan yang kita makan.

Makanan yang diperlukan oleh tubuh kita adalah makanan yang bergizi dalam jumlah yang cukup. Makanan yang bergizi mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin, garam mineral, dan air. Makanan yang mengalami proses pencernaan di dalam tubuh adalah karbohidrat, protein, dan lemak. Vitamin, mineral, dan air tidak mengalami proses pencernaan.

A. Alat Pencernaan

Alat-alat pencernaan makanan manusia terdiri dari *saluran pencernaan* dan *kelenjar pencernaan*. Saluran pencernaan kita terdiri atas mulut, pangkal kerongkongan (faring), kerongkongan (esofagus), lambung, usus halus yang terdiri atas usus 12 jari (duodenum), usus tengah (jejunum), dan usus penyerapan (ileum) sedangkan usus besar, terdiri atas usus tebal (kolon), poros usus (rektum), dan anus.

Gambar 2.8 Sistem pencernaan

Sumber :http://www.emc.maricopa.edu/f

Gambar 2.9 Mulut

1. Mulut

Di dalam rongga mulut terdapat gigi, lidah, dan kelenjar ludah. Gigi memotong dan menghaluskan makanan menjadi bagian kecil sehingga mudah ditelan. Gigi manusia tersusun atas gigi seri, gigi taring, dan geraham.

Gigi seri berbentuk seperti kapak, terletak di sebelah depan, berfungsi untuk memotong makanan. Gigi taring terletak di antara gigi seri dan geraham., berbentuk runcing dan berfungsi untuk merobek atau mengoyak makanan. Geraham terletak di belakang taring dan berfungsi untuk mengunyah atau menghaluskan makanan. Geraham mempunyai permukaan agak lebar dan bergelombang seperti papan penggilas.

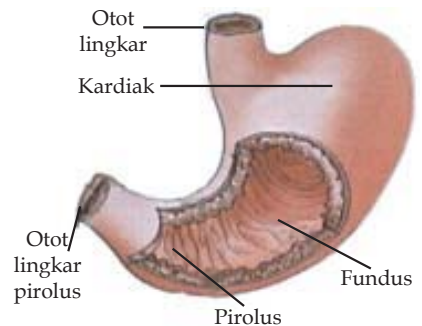
Selain gigi, di dalam rongga mulut terdapat lidah dan 3 pasang kelenjar air liur. Lidah berfungsi sebagai alat pengecap makanan, membantu gigi mencampur dan menempatkan makanan, serta membantu menelan dan mendorong makanan masuk ke dalam kerongkongan.

2. Kerongkongan

Faring merupakan persimpangan antara tenggorokan dengan kerongkongan. Di pangkal faring terdapat katup yang disebut *epiglotis*. Bagian depan faring berhubungan dengan tenggorokan, sedangkan bagian belakang berhubungan dengan kerongkongan. Kerongkongan merupakan penghubung antara mulut dengan lambung. Organ ini berbentuk tabung yang panjangnya sekitar 25 cm. Kerongkongan terletak di belakang saluran pernapasan.

3. Lambung

Lambung atau perut besar terletak di bagian atas rongga perut sebelah kiri. Lambung terdiri atas tiga bagian, yaitu bagian atas (*kardiak*), bagian tengah (*fundus*), dan bagian bawah (*pilorus*). Di ujung lambung terdapat *otot lingkar* yang mengatur masuk atau keluarnya makanan di lambung. Otot lingkar itu cenderung tertutup dan membuka hanya pada saat ada makanan masuk ke lambung atau saat muntah. Otot lingkar lainnya terdapat di ujung lambung yang berbatasan dengan usus halus, yaitu *otot lingkar pilorus*.

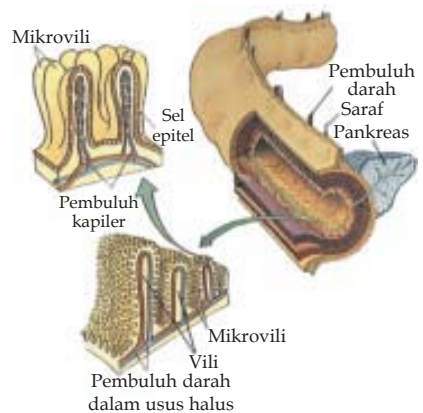
Pada dinding lambung bagian fundus terdapat kelenjar lambung yang dapat menghasilkan 400 - 800 ml getah lambung. Getah lambung terdiri atas air, lendir, asam lambung, enzim pepsinogen, dan renin. Dinding lambung terdiri atas otot yang tersusun melingkar, memanjang, dan menyerong. Kontraksi otot lambung menyebabkan makanan teraduk merata dengan getah lambung.

Gambar 2.10 Lambung

4. Usus Halus

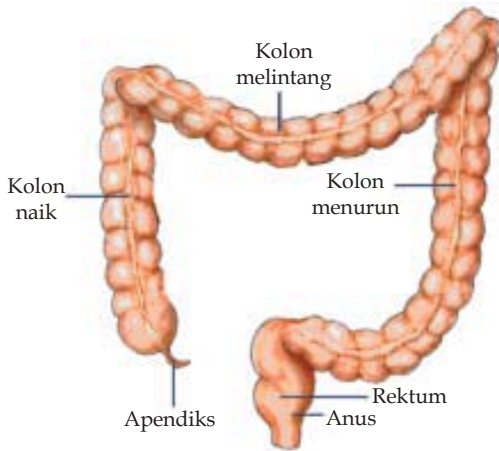
Usus halus merupakan saluran makanan terpanjang, panjangnya kurang lebih 5 m, serta banyak mengandung pembuluh darah dan limfa. Bagian pertama dari usus halus adalah *usus dua belas jari* (*duodenum*). Ke dalam usus dua belas jari bermuara dua saluran, yaitu *saluran getah pankreas* dan *saluran empedu*. Selain menghasilkan enzim, pankreas juga menghasilkan zat yang dapat menetralkan keasaman makanan yang keluar dari lambung.

Empedu dihasilkan oleh sel hati. Cairan empedu dari hati ditampung di kantong empedu, kemudian dialirkan ke usus dua belas jari melalui saluran empedu. Cairan empedu berfungsi mengemulsikan lemak. Empedu berwarna kecoklatan karena merupakan hasil pemecahan hemoglobin. Pigmen empedu ini memberi warna khas pada feses.

Gambar 2.11 Usus halus

http://www.emc.maricopa.edu/

Bagian kedua usus halus adalah *usus tengah* (*jejenum*). Usus tengah merupakan tempat pencernaan terakhir sebelum sari makanan diserap. Bagian terakhir usus halus adalah usus penyerapan (ileum). Untuk mempercepat penyerapan sari makanan, permukaan dalam dinding usus halus berjonjot (bervilus). Jonjot membuat permukaan usus halus bertambah luas, sehingga sari makanan cepat terserap. Perhatikanlah gambar irisan melintang usus halus pada Gambar 2.11.

5. Usus Besar

Usus besar terdiri dari dua bagian, yaitu usus tebal dan poros usus (rectum). Usus tebal terdiri atas bagian yang naik, bagian yang datar, dan bagian yang turun. Bagian akhir dari usus besar adalah poros usus (rectum).

Gambar 2.12 Usus besar

Usus tebal mengatur kadar air pada sisa makanan. Apabila kadar air pada sisa makanan terlalu banyak, dinding usus tebal menyerap kelebihan air tersebut. Sebaliknya, jika sisa makanan kekurangan air, dinding usus tebal mengeluarkan air ke sisa makanan tersebut. Di dalam usus tebal terdapat bakteri koli (*Escherichia coli*) yang membantu proses pembusukan sisa makanan menjadi feses. Bakteri koli juga membantu pembentukan vitamin K dan vitamin B-12. Selain itu, bakteri koli dapat menghambat pertumbuhan bakteri penyebab penyakit.

B. Proses Pencernaan Makanan

Proses pencernaan berlangsung di dalam saluran pencernaan. Makanan yang kita makan ketika masuk ke mulut dipotong dan dihaluskan oleh gigi yang ada dalam mulut. Proses pencernaan semacam ini disebut *pencernaan secara mekanik*.

Di dalam mulut, makanan dibasahi oleh air liur yang dikeluarkan oleh tiga pasang kelenjar air liur. Ekskresi air liur dapat terjadi karena rangsangan penglihatan, bau, rasa, atau pikiran tentang makanan. Air liur merupakan cairan agak pekat dan licin karena mengandung *musin* (lendir). Air liur membantu menelan makanan.

Selain mengandung musin, air liur juga mengandung *enzim ptyalin* yang disebut juga *amilase*. Enzim ini mengubah karbohidrat menjadi gula sederhana (maltosa atau glukosa) yang dapat larut sehingga mudah dicerna. Oleh karena itu, kita merasakan rasa manis di mulut pada saat mengunyah makanan yang mengandung karbohidrat misalnya nasi. Pencernaan dengan bantuan enzim disebut *pencernaan secara kimiawi*.

Gambar 2.13 Proses menelan

http://www.emc.maricopa.edu/

Makanan dari mulut masuk ke dalam kerongkongan melalui hulu kerongkongan (faring). Pada saat menelan makanan, *epiglotis* (katup pangkal tenggorok) menutup tenggorokan. Dengan demikian makanan tidak masuk ke dalam saluran pernapasan melainkan ke dalam kerongkongan. Makanan dari mulut masuk ke dalam kerongkongan dalam bentuk gumpalan-gumpalan yang disebut *bolus*.

Dinding kerongkongan mengandung kelenjar yang mengeluarkan musin untuk membasahi jalan makanan. Bergeraknya makanan di dalam kerongkongan dikendalikan oleh otot di kerongkongan. Otot yang melingkari kerongkongan mengerut dan mengendur bergantian menimbulkan gerakan meremas dan mendorong makanan masuk ke dalam lambung. Caranya, di dalam saluran kerongkongan bagian tepat di depan bolus mengendur, sedangkan tepat di belakang bolus mengerut sehingga bolus didorong ke bawah. Gerak seperti pada kerongkongan itu disebut gerak *peristaltik*.

Gambar 2.14 Gerak peristaltik

http://www.emc.maricopa.edu/

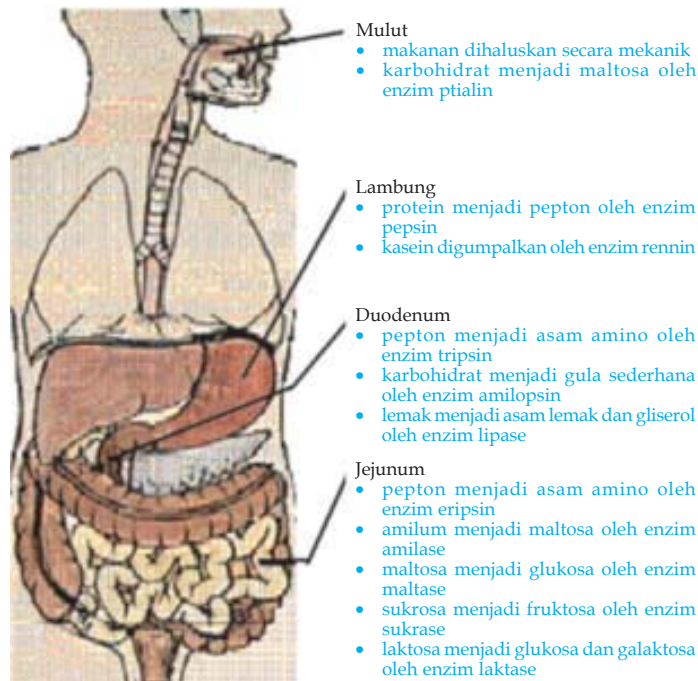
Makanan dari kerongkongan masuk ke dalam lambung. Saat makanan masuk, otot lingkar membuka dan menutup kembali agar makanan tetap di dalam lambung. Saat makanan masuk, lambung akan menghasilkan getah lambung yang bersifat asam karena banyak mengandung HCl.Asam lambung akan mematikan bakteri yang terbawa makanan yang tertelan dan mengubah sifat protein dalam makanan sehingga mudah dicerna. Asam lambung juga berfungsi untuk mengaktifkan pepsin yang berasal dari pepsinogen. Di dalam lambung, makanan mengalami pencernaan kimiawi oleh enzim yang dihasilkan dinding lambung, yaitu pepsin dan renin.

Makanan berada di lambung sekitar 4 jam, tergantung pada jenis makanannya. Cairan lebih singkat berada di lambung, sedangkan makanan padat dan kaya protein tinggal lebih lama. Protein yang ada dalam makanan diubah menjadi pepton oleh enzim pepsin. Jika makanan mengandung protein susu (kasein) maka oleh enzim renin akan digumpalkan.

Makanan dari lambung masuk sedikit demi sedikit ke dalam usus halus. Di usus halus terjadi pencernaan kimiawi oleh enzim yang terdapat pada usus halus. Enzim pencernaan tersebut dihasilkan oleh pankreas yang terletak di bawah lambung. Enzim pencernaan yang dihasilkan pankreas antara lain *tripsin, amilopsin*, dan *lipase*. Sehingga pada usus 12 jari, pepton akan diubah menjadi asam amino oleh enzim tripsin. *Amilopsin* akan mengubah pati yang

telah tercerna sebagian atau seluruhnya sejak dari mulut menjadi gula sederhana. Pada usus 12 jari, pencernaan lemak dimulai oleh enzin *lipase* sehingga lemak menjadi *asam lemak* dan *gliserol*. Lemak akan diemulsi oleh cairan empedu yang dihasilkan oleh empedu.

Dalam usus halus bagian jejenum pepton diubah menjadi asam amino oleh enzim tripsin. Karbohidrat berbentuk amilum akan diubah menjadi maltosa oleh enzim amilase, sedangkan yang berbentuk sukrosa diubah menjadi fruktosa oleh enzim sukrase. Jika kita memakan karbohidrat yang mengandung laktosa maka akan diubah menjadi glukosa dan galaktosa oleh enzim laktase.

Akhir pencernaan menghasilkan disakarida dan monosakarida dari karbohidrat; asam amino dari protein dan asam lemak serta gliserol dari lemak. Vitamin dan mineral tidak mengalami pencernaan dan dapat langsung diserap oleh usus halus. Di dalam jonjot usus halus terdapat pembuluh kapiler darah dan pembuluh kil. Pembuluh darah berfungsi menyerap dan mengangkut sari-sari makanan berupa glukosa, asam amino, vitamin, dan mineral ke seluruh tubuh. Pembuluh kil bertugas menyerap dan mengangkut asam lemak dan gliserol menuju ke pembuluh balik besar di bawah tulang selangka. Di ujung usus halus, semua sari makanan, vitamin, dan mineral yang berguna bagi tubuh telah diserap. Sisanya berupa ampas makanan yang akan masuk ke dalam usus besar.

Gambar 2.15 Kerja enzim pencernaan

http://www.emc.maricopa.edu/f

Ampas makanan terdiri dari makanan yang tidak dapat dicerna (terutama selulosa), bakteri, sel saluran pencernaan yang mati, dan air. Ampas makanan yang masuk ke dalam usus besar berbentuk cairan. Hal itu disebabkan selama pencernaan berlangsung, banyak terjadi penambahan air untuk membantu pencernaan makanan. Air tersebut berasal dari sekresi kelenjar di mulut, lambung, dan usus halus. Di usus besar, kelebihan air akan diserap oleh dinding usus besar sehingga ampas makanan menjadi berbentuk padat yang disebut feses (tinja). Feses dikeluarkan dari dalam tubuh melalui anus.

Lamanya sisa makanan berada di usus besar tergantung keadaan feses dan jumlah air yang diserap. Umumnya feses berada di usus besar selama 12-14 jam. Jika terjadi gangguan usus besar karena virus atau bakteri, makanan akan cepat lewat usus besar dan penyerapan air sangat sedikit, sehingga feses berbentuk cair. Keadaan ini disebut diare. Bila diare terjadi dalam waktu yang lama, penderita dapat mengalami kekurangan cairan tubuh yang disebut dehidrasi. Sebaliknya, usus besar dapat menahan feses untuk waktu yang lama. Akibatnya feses menjadi sangat kering karena terlalu banyak air yang diserap. Keadaan ini disebut sembelit (konstipasi).

C. Kandungan Bahan Makanan

Makanan yang diperlukan oleh tubuh kita adalah makanan yang bergizi dalam jumlah yang cukup. Makanan yang bergizi mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin, garam mineral, dan air.

Karbohidrat diperlukan oleh tubuh sebagai sumber energi utama, karena karbohidrat saat dicerna akan menghasilkan monosakarida seperti glukosa. Glukosa tersebut akan dibakar menggunakan oksigen dalam sel sehingga menghasilkan energi untuk hidup. Karbohidrat juga berfungsi sebagai bahan dasar pembentuk lemak dan protein. Kelebihan karbohidrat akan disimpan oleh tubuh dalam bentuk lemak di bawah lapisan kulit.

Gambar 2.16

Bahan makanan yang mengandung banyak karbohidrat antara lain padi-padian seperti jagung, beras dan gandum. Umbi-umbian seperti singkong, kentang dan ubi jalar merupakan sumber karbohidrat. Sumber karbohidrat yang sudah berbentuk disakarida dan sangat cepat dalam menyediakan energi bagi tubuh adalah gula. Gula bisa berbentuk gula tebu atau gula aren, gula kelapa atau madu. Bentuk gula yang sangat manis atau disebut gula invert banyak terdapat dalam madu.

Protein memegang peranan penting untuk kelangsungan sistem makhluk hidup. Sumber protein hewani antara lain berupa daging, telur, dan susu. Sumber protein nabati diantaranya bisa diperoleh dari beragam makanan yang dibuat dari kacang-kacangan, seperti kacang kedelai dan kacang hijau.

Tubuh kita menggunakan 22 macam asam amino yang akan disusun menjadi protein baru dalam tubuh kita sehingga menghasilkan sekitar 50.000 jenis protein. Tubuh kita dapat membuat hampir semua asam amino tersebut kecuali sekitar 8 jenis asam amino yang harus kita peroleh dari makanan. Kebutuhan bahan makanan per orang tampak pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Kebutuhan makanan per orang

Bahan Makanan	gram
Asam Lemak	
Asam Linoleat	3
Asam Alpha Linoleat	2
Asam amino	
Isoleusin	1.1
Leusin	1.0
Lisin	0.84
Metionin	0.65-1.3
Fenilalanin	1.0
Threonin	0.37-0.7
Triptofan	0.5
Valin	0.85

Kita sangat membutuhkan keberadaan kedelapan asam amino ini dari makanan. Makanan memiliki kandungan asam amino yang berbeda dan tidak lengkap, sehingga untuk memenuhi kebutuhan tubuh kita maka kita harus memvariasikan makanan kita. Kekurangan protein akan menyebabkan gejala seperti kelelahan, kerontokan rambut, dan kehilangan warna rambut seperti rambut hitam yang memerah. Kekurangan protein juga menunjukkan gejala suhu badan yang rendah dan ketidakteraturan sistem hormon.

Lemak merupakan bentuk molekul penyimpanan energi terbaik, karena akan menghasilkan banyak energi ketika dioksidasidan mudah untuk ditabung dalam sistem tubuh. Asam lemak essential juga penting dalam produksi hemoglobin, dan pengaturan zat yang melewati membran sel serta berperan mencegah kerusakan dari lemak perusak. Kekurangan asam lemak essential dapat menyebabkan kerusakan kulit, hati, rontoknya rambut, tubuh tidak tahan terhadap infeksi, juga menurunkan kesuburan bagi laki-laki, dan menyebabkan keguguran bagi perempuan.

Vitamin dan mineral banyak terdapat dalam sayuran dan buah-buahan. Bagian terbesar dari tubuh kita adalah air. Air merupakan pelarut dalam tubuh. Air juga memegang peranan penting karena berbagai reaksi kimia yang terjadi dalam tubuh berlangsung karena adanya air. Vitamin harus dikonsumsi sesuai kebutuhan saja, karena jika berlebih justru akan menimbulkan gangguan. Kebutuhan tubuh kita akan vitamin sesuai dengan Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Kebutuhan vitamin

Vitamin	miligram/IU	Persentase
Vitamin A	5000 IU	50%
Thiamin (B1)	1.2	45%
Riboflavin (B2)	1.7	34%
Niasin (B3)	20	33%
Asam Pantotenat (B5)	10	25%
Dirodiksin (B6)	2	80%
Biotin (B7)	0.3	10%
Asam Folat (B9)	0.4	10%
Kobalmin (B12)	0.006	34%
Vitamin C	60	41%
Vitamin D	400 IU	10%
Vitamin E	30 IU	20-40%
Vitamin K	-	15%

Vitamin A banyak terdapat pada hati sapi atau hati ayam. Tumbuhan tidak ada yang mengandung vitamin A, namun sayuran seperti wortel banyak mengandung karoten yang merupakan provitamin A, yang kemudian akan diubah menjadi vitamin A dalam tubuh. Vitamin A berfungsi meningkatkan daya tahan tubuh terhadap berbagai penyakit, memelihara kulit, dan meningkatkan fungsi penglihatan. Vitamin A juga sangat berperan pada siklus reproduksi wanita.

Vitamin D dalam tubuh dibuat di kulit saat terkena sinar matahari. Vitamin D berfungsi membantu penyerapan kalsium dalam usus halus. Vitamin E biasa terdapat dalam minyak sayur, sayuran hijau dan hampir

semua biji-bijian seperti biji bunga matahari. Vitamin E berfungsi sebagai antioksidan dan memelihara keutuhan membran sel. Vitamin K pada umumnya dibuat oleh bakteri dalam usus besar. Vitamin K juga dapat diperoleh dari daun sayuran berwarna hijau. Vitamin K berfungsi dalam proses pembekuan darah.

Vitamin C terdapat dalam buah-buahan dan sayuran, terutama jeruk, strawberi dan tomat. Vitamin C penting untuk proses pertumbuhan tulang rawan, tulang dan gigi. Vitamin C juga sangat berperan dalam proses penyembuhan penyakit.

Vitamin B1 yang banyak terkandung dalam daging, sayuran hijau, biji-bijian dan kacang-kacangan, dibutuhkan dalam proses oksidasi glukosa. Vitamin B2 yang berfungsi membantu proses respirasi sel dapat diperoleh dari susu, daging dan biji-bijian. Vitamin B6 yang berperan dalam metabolisme protein, termasuk dalam reaksi sintesis asam amino terdapat dalam daging hewan mamalia, ikan dan unggas.

Selain vitamin, tubuh kita juga memerlukan mineral untuk menyeimbangkan proses dalam tubuh, antara lain 21 mineral seperti dalam tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Mineral yang diperlukan tubuh

Mineral	miligrams	Persentase
Kalsium	800-1200	68%
Fosfor	800-1200	27%
Kalium	2000	–
Belerang	Adequate Protein	–
Natrium	220	–
Klor	220	–
Magnesium	300-400	75%
Silikon	–	30%
Besi	18	57%
Flour	1	–
Seng	15	35-60%
Stronsium	0.32*	–
Tembaga	2*	85-90%
Vanadium	1-3.2*	–
Selenium	0.05-.1*	50-60%
Mangan	2.5-7*	20-30%
Iod	0.08-.15	–
Nikel	0.01*	–
Molibdenum	0.045-.5*	–
Kobalt	0.008*	–
Krom	0.6*	90%

Kalsium berguna untuk pembentukan tulang dan gigi, membantu proses pembekuan darah, proses kontraksi otot dan proses penghantaran impuls saraf dalam tubuh kita. Kalsium banyak terdapat dalam sayuran dan buah-buahan, susu, keju dan kuning telur. Selain mengandung kalsium, buah dan sayuran juga banyak mengandung kalium. Kekurangan kalium menyebabkan gangguan pada jantung dan saraf.

Kita dapat memperoleh natrium dengan mengkonsumsi garam dapur, ikan, keju. Natrium berguna bagi tubuh kita terutama untuk mempertahankan tekanan darah dalam tubuh, mengatur denyut jantung dan membantu dalam proses penghantaran impuls saraf.

Fosfor sangat berperan dalam membantu proses pembentukan tulang dan gigi, selain itu fosfor membantu proses pembelahan sel dan proses kontraksi otot. Fosfor terutama terdapat dalam makanan berupa kacang-kacangan, sayuran hijau, telur, ikan dan susu.

Klor banyak terdapat dalam garam dapur dan makanan laut. Selain merupakan pembentuk asam lambung, klor juga berfungsi untuk menjaga tekanan osmosis, keseimbangan asam dan basa, keseimbangan cairan elektrolit dan untuk menjaga kadar air dalam tubuh. Garam dapur yang kita konsumsi sebaiknya mengandung iodium. Kekurangan iodium akan menganggu proses pembentukan hormon tiroksin yang berperan mengatur keseimbangan metabolisme tubuh

Beberapa sayuran, daging, susu dan keju mengandung mineral belerang. Belerang berperan dalam proses pembentukan protein, untuk memelihara otot dan saraf. Belerang juga berperan dalam proses penyimpanan dan pelepasan energi, bahkan beberapa enzim hanya akan aktif dalam tubuh jika terdapat belerang.

Besi merupakan penyusun hemoglobin sehingga sangat penting untuk tubuh. Besi berperan dalam pembentukan beberapa enzim dan berfungsi untuk memelihara sistem saraf dan kandungan kimia dalam darah, juga membantu proses pembentukan air susu ibu. Sumber zat dapat berupa beras, sayuran, kacang-kacangan, hati, daging, dan kerang.

Percobaan 2.1 Uji Makanan

Tujuan percobaan: Siswa mampu melakukan pengujian bahan makanan

Alat dan Bahan: tabung reaksi, pipet tetes, lumping dan alu, mentega, bubur tempe, nasi yang dihancurkan.

Langkah Percobaan:

1. Buatlah bubur tempe dengan cara menumbuk dan memberi air dengan menggunakan lumping dan alu!
2. Lakukan hal yang sama pada nasi!

3. Masukkan dalam tabung reaksi A sedikit mentega, bubur tempe pada tabung B, dan nasi pada tabung C.
4. Tambahkan 5 ml aquades pada setiap tabung !
5. Kocok hingga bercampur merata!
6. Lakukan pengujian karbohidrat dengan memasukan 3 tetes lugol pada setiap tabung!
7. Amati perubahan yang terjadi dan catat data yang kamu peroleh!
8. Ulangi langkah 3 s/d 5 untuk melakukan pengujian protein!
9. Lakukan pengujian protein dengan menambahkan 1-2 ml larutan Natrium Hidroksida dan 2-4 tetes larutan Tembaga Sulfate!
10. Kocoklah larutan ini sebentar, amati dan catat perubahan yang terjadi!
11. Ulangi langkah 3 s/d 5 untuk melakukan pengujian lemak!
12. Lakukan pengujian lemak dengan menambahkan 2-3 ml Alkohol!
13. Kocoklah larutan ini sebentar, amati dan catat perubahan yang terjadi!
14. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!

D. Gangguan pada Pencernaan

Sistem pencernaan terdiri dari beberapa organ. Bila salah satu organ mengalami gangguan sehingga tidak dapat menjalankan fungsinya maka keseluruhan sistem pencernaan akan terganggu.

Pada mulut, gangguan dapat disebabkan adanya gangguan pada gigi dan lidah. Gigi yang rusak akan membuat makanan tidak dihancurkan dengan baik, sehingga akan membuat tugas lambung dalam menghancurkan makanan menjadi berat dan dapat menimbulkan kerusakan pada lambung. Lidah yang tidak terjaga kebersihan juga akan menimbulkan benjolan bernanah sehingga menganggu fungsi lidah dalam mengecap rasa dan saat proses menelan.

Pada percabangan kerongkongan juga sering terjadi radang yang menyebabkan kita sulit menelan akibat mengkonsumsi makanan yang tidak tepat. Hal yang lebih buruknya akan terjadi pembengkakkan amandel.

Pola makanan yang salah dan jenis makanan tertentu pun akan membuat kerusakan pada lambung. Produksi asam lambung terpola oleh kebiasaan makan. Bila asam lambung tidak dipergunakan karena makanan terlambat masuk, maka asam lambung tersebut dapat mengikis dinding lambung, terlebih karena gerakan lambung yang menggiling. Gesekan antar dinding lambung akan menimbulkan rasa sakit yang luar biasa. Asam lambung yang terlalu banyak dan tidak ternetralisir di usus 12 jari akan juga menimbulkan kebocoran pada usus.

Gangguan akibat ketidak selarasan kerja usus besar pun dapat menimbulkan ganguan yang disebut konstipasi dan diare. Konstipasi merupakan gangguan berupa sulitnya pengeluaran feses karena penyerapan air berlebih dalam usus besar. Gangguan sulit buang air besar ini bisa dicegah dengan mengkonsusmsi banyak makanan berserat. Selain akibat bakteri diare dapat disebabkan gangguan penyerapan air sehingga feses keluar berupa cairan. .

Gangguan lain pada sistem pencernaan dapat berupa peradangan pada saluran pencernaan yang disebut peritonitis. Cara terbaik untuk mengatasi gangguan pencernaan ini adalah dengan pola makan yang teratur dengan makanan yang baik dan sehat.

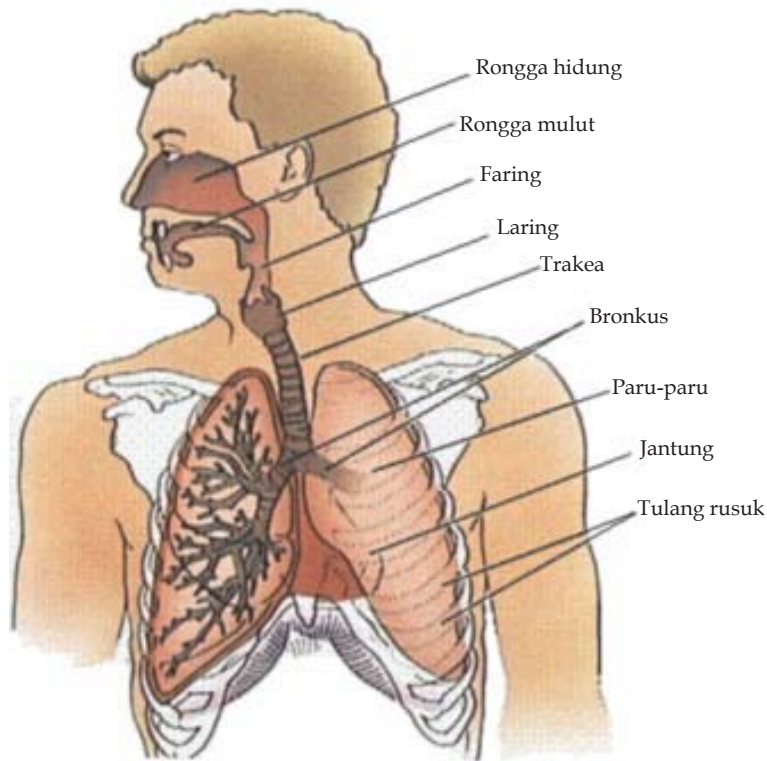
Latihan 2.2

1. Sebutkan 3 contoh jenis makanan yang kandungan zatnya berupa karbohidrat!
2. Enzim apa saja yang berperan dalam pencernaan protein?
3. Hal apa yang membedakan pencernaan mekanik dan kimia?
4. Berikan dua contoh kelainan dan penyakit pada sistem pencernaan!
5. Bagaimana cara mengatasi diare karena infeksi kuman!

2.3 Sistem Pernafasan

Pernafasan manusia bertujuan untuk memperoleh oksigen dari udara dan mengeluarkan gas sisa pembakaran dari dalam tubuh. Oksigen kita perlukan untuk membakar makanan yang kita peroleh dari hasil pencernaan yang diubah menjadi energi untuk hidup. Karbondioksida merupakan hasil pembakaran zat makanan dalam tubuh. Karena merupakan zat sisa yang keberadaan dalam tubuh kita tidak diperlukan bahkan akan mengganggu, maka harus kita keluarkan saat kita bernafas. Pertukaran antara oksigen dan karbondioksida melalui pernafasan terjadi dalam paru-paru.

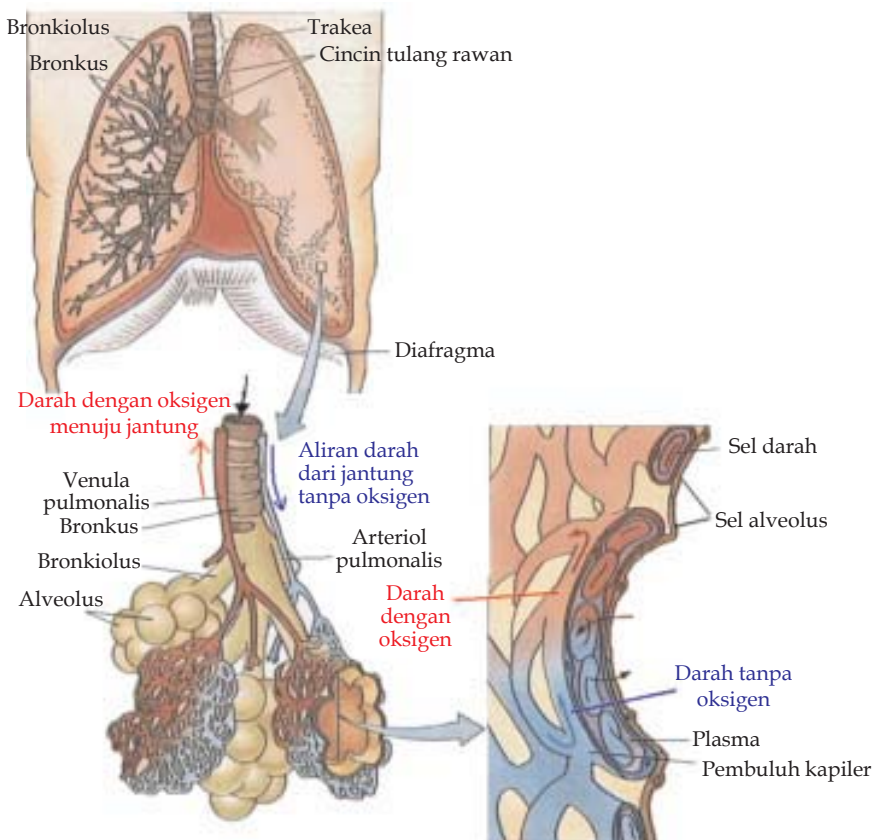
A. Alat Pernafasan Pada Manusia

Manusia bernapas dengan menggunakan alat-alat pernapasan. Selain itu, untuk menarik dan mengeluarkan napas digunakan pula otot-otot yang berada pada daerah dada dan perut. Alat pernapasan yang utama adalah paru-paru. Namun untuk masuk ke dalam tubuh, udara memerlukan alat lain seperti hidung, tenggorokan dan lain-lain.

Gambar 2.17 Alat-alat pernapasan pada manusia
sumber http://www.emc.maricopa.edu/

Rongga hidung merupakan alat pernafasan yang berfungsi sebagai tempat keluar masuknya udara luar. Rongga ini mengandung indera penciuman. Dinding rongga hidung dilapisi oleh selaput lendir. Pada lubang hidung tumbuh bulu-bulu halus. Lendir dan bulu-bulu halus berguna untuk menyaring debu atau benda halus lain yang masuk bersama-sama dengan udara. Di dalam rongga ini udara disesuaikan suhunya dengan suhu tubuh. Selain suhu, kelembaban udara yang masuk disesuaikan pula supaya tidak terlalu lembap dan tidak terlalu kering.

Melalui rongga hidung, udara diteruskan ke laring, yaitu pangkal tenggorokan. Di daerah ini terdapat lubang yang menuju saluran pernapasan dan lubang yang menuju saluran pernapasan. Sewaktu bernapas, lubang menuju saluran pencernaan ditutup oleh anak tekak yang disebut epiglotis.

Batang tenggorokan merupakan saluran yang dibentuk oleh cincin tulang rawan berselang-seling dengan otot polos yang melingkar. Saluran ini merupakan lubang terbuka. Epitel tenggorokan memiliki bulu getar yang digunakan untuk menolak debu atau benda asing keluar. Jika kotoran udara sudah banyak yang melekat pada bulu getar, udara pada paru-paru akan terangsang dan mendesak debu itu keluar. Pada keadaan tersebut terjadilah bersin.

Tenggorokan bercabang dua menjadi bronkus. Cabang satu menuju paru-paru sebelah kiri dan satu lagi menuju ke paru-paru sebelah kanan. Bronkus di sebelah kiri lebih mendatar dibandingkan yang kanan. Hal ini disebabkan di sebelah kiri terletak jantung (jadi bronkus kiri seolah-olah lebih terangkat oleh jantung), sedangkan bronkus kanan lebih menurun. Karena brokus kanan lebih tegak, maka benda-benda termasuk bakteri patogen yang sempat masuk ke dalam saluran napas lebih mudah jatuh ke dalam paru-paru kanan dibandingkan paru-paru kiri Di dalam paru-paru, bronkus bercabang menjadi bronkiolus. Bronkiolus dibentuk oleh cincin tulang rawan yang diselang-seling oleh otot polos. Diameter saluran bronkiolus makin menyempit di bagian ujungnya. Pada ujung bronkiolus terdapat kantung udara yang disebut alveolus.

Gambar 2.18 Struktur paru-paru, bronkiolus beserta alveolusnya

http://www.emc.maricopa.edu/f

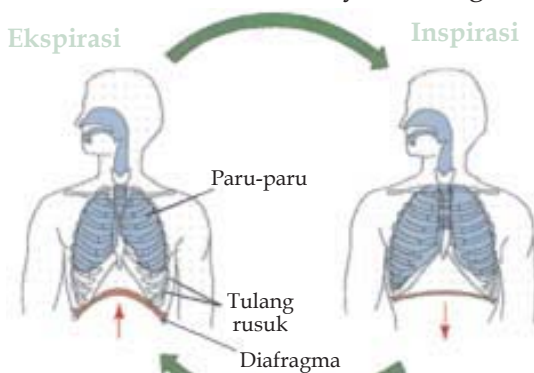
Paru-paru dilapisi oleh selaput yang tipis tapi kuat. Lapisan luar menempel pada rongga dada dan lapisan dalam menempel pada lobus paru-paru. Diantara selaput terdapat cairan pleura. Dengan demikian kedua selaput itu disebut lapisan pleura.

Paru-paru terletak di dalam rongga dada. Rongga dada dibatasi oleh tulang punggung di bagian belakang dan tulang rusuk, serta tulang dada di bagian dada. Di antara tulang-tulang tersebut terdapat otot-otot antar tulang rusuk. Di bagian bawah rongga dada terdapat sekat rongga dada (diafragma) yang terdiri atas otot-otot.

B. Mekanisme Pernapasan

Saat kita bernafas udara akan masuk ke rongga hidung, kemudian menuju laring, masuk dalam trakea kemudian bronkus dan akhirnya masuk paru paru. Di dalam paru paru terdapat alveolus dengan dinding sangat tipis dan lembab. Hal ini diperlukan supaya pertukaran gas antara ruang alveolus dengan kapiler darah yang memenuhi alveolus dapat berlangsung dengan baik. Kapiler darah dari alveoli yang kaya akan oksigen akan bergabung menuju vena paru-paru kemudian menuju jantung dan disebarkan ke seluruh tubuh. Saat darah yang kaya oksigen masuk ke dalam sel tubuh, terjadi pertukaran gas oksigen dengan karbondioksida. Oleh aliran darah karbondioksida di bawa ke paru paru dan dikeluarkan dengan cara ditukar dengan oksigen.

Udara dapat terpompa keluar dan masuk di dalam paru-paru karena adanya kerja otot-otot. Saat menarik udara ke dalam paru paru atau disebut sebagai inpirasi, rongga dada membesar, tekanannya berkurang, maka udara luar masuk ke paru-paru. Saat menghembuskan udara atau ekspirasi, rongga dada mengecil, tekanan menjadi tinggi, maka udara dari paru-paru keluar.

Membesar dan mengecilnya volume rongga dada dapat dikontrol sekehendak kita, yaitu dengan melibatkan otot-otot yang berada di antara tulang rusuk, otot dada, dan otot yang membentuk diafragma. Pernafasan yang menggunakan kerja otot-otot rusuk, sehingga saat bernafas dada tampak turun-naik disebut sebagai *pernafasan dada*.

Gambar 2.19

http://www.emc.maricopa.edu/f

Apabila otot perut dan otot diafragma berkontraksi maka udara masuk ke dalam paru-paru. Sebaliknya, apabila otot perut dan otot diafragma relaksasi maka udara keluar dari paru-paru. Pernapasan inilah yang dikenal dengan pernafasan perut. Dalam keadaan tidur orang lebih sering menggunakan pernapasan perut.

C. Gangguan pada Sistem Pernafasan

Gangguan pada pernafasan dapat disebabkan oleh adanya gangguan atau kelainan pada organ penyusun sistem pernafasan. Gangguan tersebut dapat disebabkan oleh faktor keturunan, kebiasaan merokok, penggunaan obat terlarang, oleh virus atau pun bakteri.

Pada beberapa orang memiliki faktor genetik berupa alergi yang dapat menimbulkan penyempitan pada bronkus. Akibat penyempitan akan membuat kekurangan oksigen dan merasa sesak nafas. Penyakit seperti ini lebih kita kenal sebagai asma.

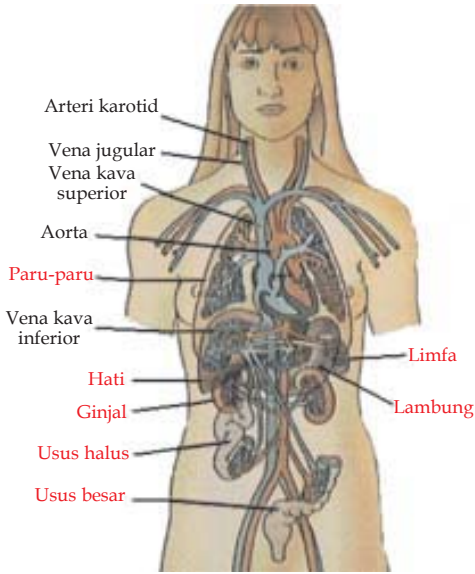
Kebiasaan merokok sangat bepotensi besar dalam merusak paru-paru. Dalam rokok terkandung nikotin yang bersifat racun dan dapat menimbulkan kanker atau karsinogenik. Rokok juga dapat menyebabkan kita terserang bronkitis. Bronkitis merupakan peradangan pada bronkus. Radang pada bronkus ini akan membuat tubuh kita menghasilkan lendir sebagi reaksi perlawanan terhadap penyakit yang masuk. Lendir pada saluran bronkus akan menganggu jalannya pernafasan karena menimbulkan penyempitan pada jalan udara yang masuk atau pun keluar dalam bronkus.

Obat terlarang seperti sabu-sabu, kokain, heroin dan lain-lain sangat berpotensi dalam merusak seluruh organ dalam tubuh kita, selain ginjal, otak, dan hati. Organ yang paling cepat terpengaruh oleh penggunaan obat terlarang ini adalah paru-paru, terutama jika penggunaan obat dilakukan dengan cara menghisap melalui sistem pernafasan. Fungsi paru-paru akan terganggu yang menyebabkan paru-parunya mulai menyusut dan mengecil. Akibat penggunaan obat terlarang kanker pada paru-paru seperti terpicu dengan cepat untuk membesar dan menjadi ganas.

Virus yang dapat menimbulkan penyakit paru-paru kita kenal sebagai virus H5N1. Virus ini menunjukkan gejala sesak nafas dan demam yang tinggi. Virus ini ditularkan burung, ayam, bebek dan unggas lainnya, sehingga dikenal sebagi virus flu burung.

Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* merupakan bakteri yang dapat menimbulkan gangguan pada sistem pernafasan. Penyakit akibat bakteri ini kita kenal sebagai TBC. Bakteri ini akan menimbulkan peradangan pada dinding alveolus, sehingga fungsi alveolus untuk memasukkan udara dalam tubuh terhambat. Jika keseluruhan dari paru-paru mengalami kerusakan pada alveolusnya akibat bakteri ini, maka akan menimbulkan kematian karena tidak ada oksigen yang bisa masuk dalam tubuh kita.

Latihan 2.3

1. Apa tujuan dari kerja pernafasan, dan apa akibatnya jika terjadi gangguan pada sistem ini?
2. Sebutkan organ-organ pernafasan! Jelaskan pula masing-masing fungsinya!
3. Jelaskan perbedaan antara ekspirasi dan inpirasi!
4. Apa perbedaan antara pernafasan dada dan pernafasan perut!
5. Penyakit apa yang dapat mengganggu jalannya pernafasan?

Gambar 2.20 Sistem peredaran darah
http://www.emc.maricopa.edu/

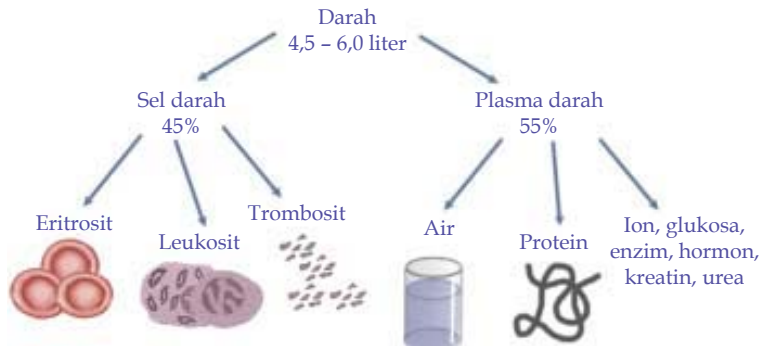
2.4 Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah merupakan sistem yang sangat berperan dalam keseluruhan aktifitas tubuh. Melalui peredaran darah zat makanan hasil pencernaan diedarkan ke seluruh tubuh yang memerlukan. Oksigen yang diperoleh dari sistem pernafasan disebarkan melalui peredaran darah dan karbon dioksida pun diangkut oleh peredaran darah untuk dikeluarkan melalui paru-paru. Sisa makanan dan zat-zat yang tidak diperlukan tubuh akan dibawa oleh aliran darah ke ginjal dan usus besar untuk dibuang. Bahkan sistem saraf pun akan terganggu kerjanya jika aliran darah ke otak tidak mengalir dengan benar.

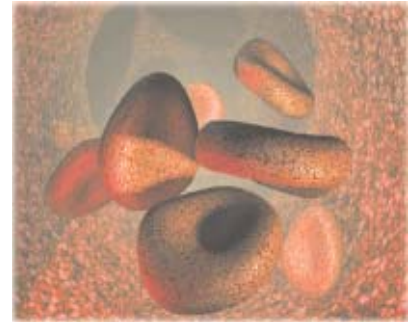
A. Organ Sistem Peredaran Darah

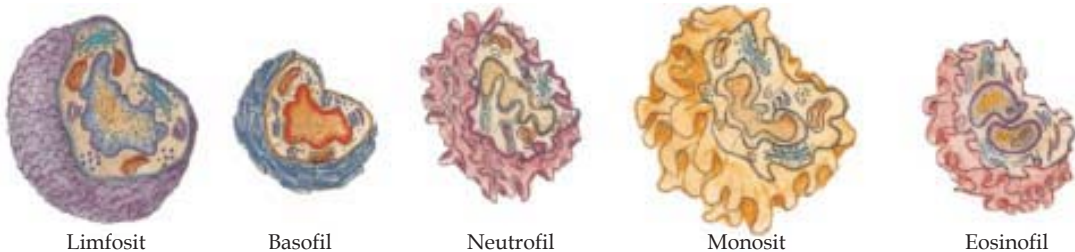
Walaupun sistem peredaran darah terdapat pada seluruh bagian tubuh, namun organ utama penyusun sistem peredaran darah adalah darah, jantung, dan pembuluh darah.

1. Darah

Darah pada manusia terdiri dari plasma darah dan bagian sisanya berupa bagian yang padat, yaitu sel-sel darah atau butir-butir darah. Plasma darah atau cairan darah merupakan bagian cair dari darah yang merupakan 55 % dari bagian darah itu sendiri. Plasma darah, terdiri atas air (± 90%), zat-zat yang terlarut, yaitu protein darah, sari-sari makanan (glukosa dan asam amino), enzim, antibodi, hormon, dan zat sisa metabolisme, serta gas-gas (oksigen, karbondioksida, dan nitrogen).

Gambar 2.21 Komposisi darah
Sumber: G. Blider (CD)

Di dalam plasma darah terdapat pula fibrinogen yang dapat berubah menjadi benang-benang fibrin, yang berguna untuk menutup luka. Plasma darah yang telah dipisahkan fibrinogennya dinamakan *serum*. Cairan darah atau plasma darah mengangkut sari-sari makanan dari usus kemudian ke hati, dari hati diedarkan ke seluruh bagian tubuh. Plasma darah mengangkut sisa metabolisme berupa karbondioksida (sebagian diangkut oleh darah merah) kembali dari jaringan ke jantung kemudian ke paru-paru. Sisa metabolisme lain berupa zat urea diangkut dari jaringan ke organ pengeluaran, yaitu ginjal. Plasma darah mengangkut hormon dari kelenjar buntu ke bagian tubuh yang memerlukan. Plasma darah juga berfungsi sebagai penjaga tekanan osmosis cairan tubuh karena plasma darah mengandung molekul-molekul protein dan garam-garam tertentu.

Sel-sel darah, terdiri atas sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah. Sel darah merah merupakan bagian terbesar dari sel darah yaitu sekitar 99 %. Sel darah merah berbentuk *bikonkaf*, yaitu bulat, pipih, tengahnya cekung, sering berada dalam keadaan bertumpukan(Gambar 2.22).

Gambar 2.22 Sel darah merah
Sumber: G. Blider (CD)

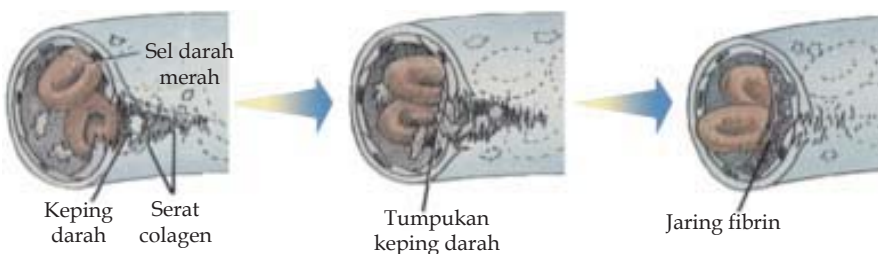
Sel darah putih memiliki ukuran lebih besar daripada sel darah merah, tidak berpigmen, dan mempunyai inti yang bentuknya bermacam-macam(Gambar 2.23). Keping darah berbentuk kecil, tidak teratur, tidak berinti dan berkelompok membentuk kepingan-kepingan di dalam darah.

Gambar 2.23 Bentuk bentuk sel darah putih
Sumber: G. Blider (CD)

Sel darah merah selain merupakan penentu golongan darah seseorang juga berfungsi sebagai pengangkut oksigen. Oksigen diangkut oleh darah dengan cara diikat oleh hemoglobin. Hemoglobin yang telah mengikat O_2 menyebabkan darah berwarna merah dan disebut sebagai oksihemoglobin. Reaksi pengikatan O_2 oleh hemoglobin terjadi di dalam paru-paru, sedangkan pelepasan O_2 oleh hemoglobin dilakukan di dalam sel di seluruh tubuh.

Sel darah merah dibentuk oleh sumsum merah pada tulang pipih dan tulang pipa. Saat bayi dalam kandungan, sel darah merah dibentuk oleh hati dan limpa. Sel darah merah yang telah tua (± berumur 120 hari) akan dirombak

di hati dan limpa. Di dalam hati, hemoglobin diubah menjadi zat empedu (bilirubin). Zat besi yang dilepaskan oleh hemoglobin digunakan untuk membentuk sel darah merah baru.

Sel darah putih dibentuk di sumsum merah pada tulang pipih, limpa, dan kelenjar getah bening. Fungsi sel darah putih adalah untuk membunuh kuman penyakit dalam tubuh dan membentuk antibodi. Fagosit dapat membunuh kuman penyakit dengan cara "memakannya". Fagosit dapat bergerak seperti *Amoeba* dan dapat keluar menembus dinding kapiler darah menuju jaringan sekitarnya. Pada jaringan yang luka sering timbul nanah. Nanah terdiri atas sel darah putih yang rusak, kuman yang mati, dan sel jaringan yang rusak. Limfosit menyerang kuman dengan cara membentuk antibodi. Antibodi akan bereaksi dengan kuman membentuk gumpalan. Gumpalan itu kemudian akan "dimakan" oleh fagosit. Limfosit juga dapat menghasilkan antibodi berupa antitoksin, yang dapat menetralkan racun yang dihasilkan oleh kuman.

Keping darah dibuat dalam sumsum merah. Dalam 1 mm^3 darah terdapat 250.000 keping darah, yang merupakan 0,6 % dari padatan darah. Keping darah berfungsi dalam proses pembekuan darah apabila terjadi luka. Saat terjadi luka, trombosit mengeluarkan enzim trombokinase yang akan mengubah protrombin menjadi trombin. Trombin akan mengubah protein darah, yaitu fibrinogen, menjadi benang-benang fibrin. Benang-benang fibrin seperti jaring-jaring yang memerangkap sel darah merah sehingga darah berhenti mengalir.

Gambar 2.24 Proses penyembuhan luka

http://www.emc.maricopa.edu/f

2. Jantung

Jantung terletak di dalam rongga dada, diapit oleh belahan paru-paru agak ke sebelah belakang. Ukurannya kurang lebih sebesar kepalan tangan berwarna merah tua, dan dibungkus oleh selaput yang bernama *pericardium*. Otot-otot jantung dialiri oleh pembuluh-pembuluh darah yang disebut *pembuluh koroner*. Jantung manusia terdiri atas empat ruangan. Belahan kiri sama dengan belahan kanan jantung yang terpisah sama sekali. Belahan kiri terdiri atas serambi (atrium) kiri dan di bawahnya ada bilik (ventrikel) kiri. Belahan kanan terdiri atas serambi (atrium) kanan dan di bawahnya terdapat bilik (ventrikel) kanan.

Di antara serambi dan bilik terdapat katup yang membuka ke arah serambi. Pada bilik kanan terdapat lubang yang berhubungan dengan aorta yang menuju ke paru-paru, sedangkan pada bilik kiri terdapat lubang yang berhubungan dengan aorta yang menuju ke seluruh tubuh. Pada lubang-lubang ini pun terdapat katup.

Gambar 2.25 Struktur jantung

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Kita tidak dapat menghentikan atau mempercepat kerja otot jantung karena jantung bekerja diperintah oleh saraf otonom yang berpusat di otak. Jantung dapat berkontraksi dan berelaksasi. Siklus kerja jantung ada dua macam yaitu kontraksi otot jantung(sistol) dan relaksasi otot jantung(diastol). Saat kontraksi otot jantung memiliki tekanan tertinggi sedangkan saat relaksasi memiliki tekanan terendah. Siklus jantung yang normal saat istirahat adalah 0,8 detik sehingga denyut jantung pada orang dewasa rata-rata 70 kali/menit, namun denyut jantung dipengaruhi oleh umur dan aktivitas orang yang bersangkutan. Misalnya, setelah berolah raga denyut jantung kita bertambah cepat.

3. Pembuluh Darah

Darah mengisi jantung dan seluruh salurannya. Karena ada denyut jantung maka darah dapat mengalir. Pembuluh darah yang berhubungan dengan jantung disebut pembuluh darah utama. Makin jauh dari jantung, pembuluh darah makin bercabang-cabang dan diameter salurannya makin sempit. Akhirnya pembuluh darah tersebut sampai pada jaringan.

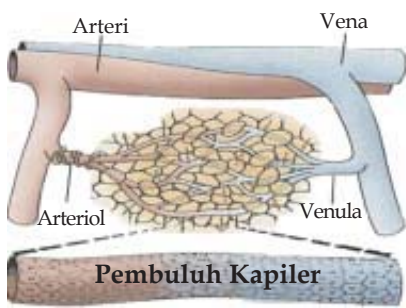
Gambar 2.26 Struktur arteri dan vena

Pembuluh darah ada tiga macam, yaitu pembuluh nadi (arteri) yaitu pembuluh darah yang membawa darah dari jantung, pembuluh balik (vena) yaitu pembuluh darah yang membawa darah kembali ke jantung dan pembuluh kapiler yaitu pembuluh darah yang sangat halus yang ada di jaringan tubuh.

Arteri adalah pembuluh darah yang berfungsi membawa darah dari jantung ke seluruh tubuh. Arteri atau dikenal sebagai pembuluh nadi memiliki dinding pembuluh yang dapat mengembang dan mengkerut.

Arteri memiliki tiga lapis dinding yang tebal. Lapisan otot halus dan lapisan jaringan ikat yang bersifat elastis membuat arteri mampu menahan darah yang memiliki tekanan tinggi akibat pompaan jantung.

Pembuluh nadi utama ada dua buah, yaitu aorta dan arteri pulmonalis. Aorta adalah pembuluh nadi utama yang membawa darah dari jantung. Arteri pulmonalis adalah arteri yang mengandung darah yang miskin oksigen untuk dibawa ke paru-paru. Arteriol adalah arteri kecil yang menjadi penyambung dari arteri yang lebih besar dengan pembuluh kapiler.

Pembuluh balik atau vena adalah pembuluh darah yang datang menuju ke jantung, tepatnya ke serambi kiri dan kanan. Dinding pembuluh balik lebih tipis dan lebih elastis, serta letaknya lebih ke permukaan tubuh. Pembuluh balik yang menuju ke serambi kanan berasal dari vena kava anterior yaitu pembuluh balik yang berasal dari bagian atas tubuh, dan vena kava posterior yaitu pembuluh balik yang berasal dari bagian bawah. Darah di dalam vena kava posterior dan vena kava anterior mengandung gas karbon dioksida yang banyak. Cabang-cabang pembuluh balik disebut venula.

Gambar 2.27 kapiler darah yang menghubungkan arteriol dengan venula

http://www.emc.maricopa.edu/

Pembuluh kapiler merupakan ujung yang paling akhir dari arteri maupun vena. Boleh dikatakan sebagai penghubung antara venula dengan arteriol.

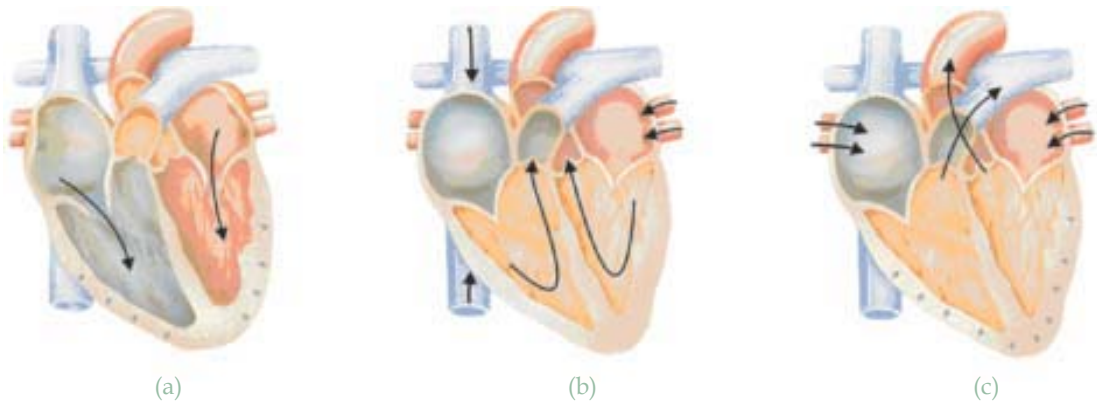
Pembuluh kapiler terletak di dalam jaringan tubuh. Kapiler darah di dalam jaringan membentuk suatu anyaman cukup rumit. Kapiler memiliki dinding pembuluh yang sangat tipis, yaitu hanya terdiri dari satu lapis endotelium. Sebagian dari dinding pembuluh kapiler memiliki lubang antara sel-sel endoteliumnya, sehingga dapat terjadi pertukaran gas oksigen dengan karbon dioksida, sari-sari makanan dan sisa metabolisme serta hormon pun dapat menembus dinding tersebut.

B. Peredaran Darah

Kerja sistem peredaran darah dikontrol oleh jantung, yang memompa darah sehingga dapat beredar ke seluruh tubuh. Pada saat otot jantung berelaksasi, jantung dalam keadaan mengembang, volumenya besar, dan tekanannya kecil. Akibatnya, darah dari vena kava (darah kotor dari tubuh), masuk ke dalam serambi kanan, klep AV membuka dan darah terus masuk ke bilik kanan. Sementara di belahan jantung sebelah kiri, darah dari vena pulmonalis (darah bersih dari paru-paru) masuk ke bilik kiri. Pada saat otot jantung berkontraksi jantung dalam keadaan mengerut. Darah yang sudah ada dalam billik kanan dipompa masuk ke arteri pulmonalis. Waktu itu klep AV menutup sedangkan klep ke arteri pulmonalis membuka. Di bagian jantung sebelah kiri, darah di dalam bilik kiri dipompa masuk ke aorta. Pada saat itu, klep AV menutup, sedangkan klep ke aorta membuka.

(a)

(b)

(c)

Gambar 2.28 Mekanisme kerja jantung

Pada sistem peredaran darah manusia terdapat dua lintasan peredaran darah, yaitu peredaran darah kecil dan peredaran darah besar. Kedua peredaran darah ini disebut peredaran darah ganda.

Peredaran darah kecil disebut juga peredaran darah paru-paru. Peredaran ini dimulai dari darah kotor yang berada di dalam bilik kanan jantung terpompa keluar (saat jantung berkontraksi), menuju ke arteri pulmonalis. Arteri pulmonalis bercabang dua, satu paru-paru kiri dan satu paru-paru kanan. Sesampainya di paru-paru, karbon dioksida dilepaskan dari tubuh kemudian darah mengikat oksigen. Dari paru-paru, darah yang kaya oksigen mengalir ke dalam vena pulmonalis kiri dan kanan. Vena pulmonalis kiri dan kanan kemudian bersatu menjadi vena pulmonalis. Vena pulmonalis masuk ke serambi kiri jantung.

Gambar 2.29 Peredaran darah besar dan peredaran darah kecil pada manusia

http://www.emc.maricopa.edu/f

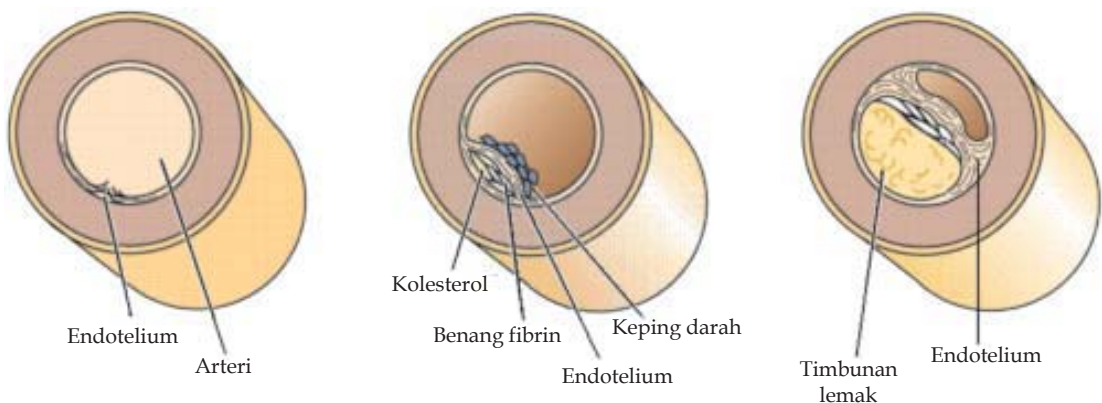
Dibandingkan dengan peredaran darah kecil, peredaran darah besar lebih luas lintasannya. Pada peredaran darah besar, darah harus mencapai berbagai organ dan bagian tubuh atas maupun bawah. Oleh karena itu, peredaran darah besar disebut pula peredaran darah tubuh karena darah mengalir dari jantung ke seluruh tubuh dan kembali lagi ke jantung.

Darah bersih di dalam bilik kiri jantung dipompa masuk ke dalam aorta. Aorta bercabang menuju ke bagian atas tubuh (kepala dan tangan) dan menuju ke bagian bawah tubuh. Aorta yang menuju ke bagian bawah tubuh ada yang menuju ke hati, usus, lambung, ginjal, anggota tubuh, dan

ke jaringan tubuh bagian bawah. Dari organ-organ tersebut, darah akan kembali ke jantung melalui pembuluh balik (vena). Dekat ke jantung, vena-vena tersebut bersatu membentuk vena kava posterior dan vena kava anterior. Kemudian masuk ke serambi kiri jantung.

Pada sistem peredaran darah manusia, antara darah yang bersih yang banyak merngandung oksigen dengan darah kotor yang mengandung sisa metabolisme tidak pernah tercampur. Peredaran darah berfungsi untuk menjaga agar suhu tubuh tetap. Bagian tubuh yang sedang aktif bekerja biasanya mengeluarkan panas. Panas ini oleh aliran darah terbawa ke bagian tubuh yang lebih dingin. Dengan demikian, suhu tubuh manusia konstan (tetap).

C. Gangguan pada Sistem Peredaran Darah

Gangguan pada sistem peredaran darah dapat berupa kerusakan pada alat peredaran darah dapat juga berupa kelainan yang merupakan faktor bawaan. Kita sering mendengar orang terserang darah tinggi atau sampai dengan stroke. Penyakit darah tinggi seseorang cenderung disebabkan karena kerusakan pada pembuluh darah yang ditunjang dengan kebiasaan hidup yang kurang sehat.

Gambar 2.30 Penyumbatan pembuluh darah

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Penyempitan pembuluh darah dapat terjadi adanya kerusakan pada pembuluh darah yang kemudian diperbaiki oleh tubuh. Setelah tertutupi oleh keping darah dan benang fibrin, endotelium memperbanyak diri, hal ini membuat adanya celah dengan dinding pembuluh sebelumnya sehingga kolesterol terjebak dalam celah tersebut. Keberadaan kolesterol akan memancing semakin banyaknya tumpukan lemak berkumpul dalam celah

sehingga pembuluh yang dapat dilalui oleh darah menyempit. Hal ini membuat pada bagian pembuluh yang menyempit terjadi kenaikan tekanan darah.

Gangguan pada permbuluh dapat juga berupa *varises*, yaitu kelainan pada pembuluh darah vena akibat aliran darah tertahan, misalnya akibat terlalu lama berdiri sehingga pembuluh vena kaki kadang-kadang membesar. *Wasir* atau *ambiyen* terjadi terlalu banyak duduk kadang-kadang meng-akibatkan pembuluh darah di anus membesar atau ada kelainan pada pembuluh darah vena sehingga aliran darah tertekan.

Gangguan dapat terjadi juga pada sel darah. Gangguan tersebut antara lain *leukemia*, *anemia*, dan *hemofilia*. *Leukemia* atau disebut juga kanker darah, merupakan penyakit bawaan berupa kanker sel sumsum tulang penghasil sel darah putih. Akibatnya, jumlah sel darah putih meningkat secara tidak terkendali. Selain itu, sel darah putih "memakan" sel darah merah sehingga penderita mengalami anemia berat. *Anemia* adalah kurangnya jumlah hemoglobin di dalam sel darah merah. Jadi, anemia dapat disebabkan karena kekurangan darah merah. *Hemofilia* merupakan penyakit bawaan berupa darah yang sulit membeku.

Gangguan pada jantung juga dapat bersifat bawaan. Gangguan jantung berupa kerusakan pada klep jantung atau penyumbatan dalam jantung. Jantung merupakan organ penentu hidup matinya seseorang, sehingga berbagai upaya dilakukan untuk membuat jantung terus dapat digunakan. Alternatif terakhir dalam mengatasi gangguan jantung adalah dengan pencangkokan jantung. Pencangkokan (transplantasi) jantung pertama kali dilakukan oleh Christian Bernhard dari Afrika Selatan pada tahun 1969.

Latihan 2.4

1. Apa yang dimaksud dengan plasma darah? Sebutkan pula fungsinya!
2. Apa perbedaan sel darah merah dan sel darah putih ? Apa fungsi masing-masing sel darah tersebut?
3. Bagaimana proses pembekuan darah ? Dan apa peranan keping darah dalam proses pembekuan darah tersebut?
4. Jelaskan perbedaan antara sistem peredaran darah besar dan sistem peredaran darah kecil!
5. Sebutkan jenis penyakit pada sistem peredaran darah yang kamu ketahui?

Rangkuman

- Sistem gerak pada manusia terbagi dalam dua kelompok, yaitu *sistem gerak pasif* yang tersusun atas tulang-tulang yang membentuk rangka tubuh, dan *sistem gerak aktif* yang tersusun atas otot-otot yang menempel pada tulang rangka.
- Rangka berfungsi untuk menunjang tubuh dan memberi bentuk tubuh, sebagai tempat melekatnya otot-otot rangka, sebagai alat gerak pasif dan pelindung bagian tubuh yang lunak serta merupakan pusat penghasil sel-sel darah.
- Rangka tubuh manusia sebagian besar tersusun atas tulang keras dan sedikit tulang rawan. Tulang keras terbagi atas tiga bentuk utama, yaitu tulang pipa, tulang pipih, dan tulang pendek. Tulang rawan mengandung banyak zat perekat (kolagen) yang tersusun atas protein, sedangkan zat kapurnya sedikit. Hal ini menyebabkan tulang rawan bersifat lentur dan elastis.
- Manusia dapat menggerakkan tubuhnya karena adanya otot. Otot atau yang dikenal dengan istilah sehari-hari "daging" terdiri atas sel-sel otot. Sifat sel otot adalah mempunyai kemampuan untuk mengerut (kontraksi) dan mengembang kembali.
- Hubungan antar tulang pada rangka tubuh disebut sebagai persendian. Berdasarkan perbedaan kemampuan geraknya persendian terbagi dalam sendi gerak, sendi kaku dan sendi mati.
- Sendi gerak diantaranya berupa sendi peluru, sendi putar, sendi pelana, sendi gulung dan sendi engsel.
- Alat-alat pencernaan makanan manusia terdiri dari *saluran pencernaan* dan *kelenjar pencernaan*. Kelenjar pencernaan seperti kelenjar ludah, hati dan pankreas yang akan menghasilkan enzim-enzim pencernaan. Enzim-enzim tertentu yang berfungsi untuk mengubah makanan menjadi zat yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh.
- Saluran pencernaan terdiri dari mulut, faring, esofagus, lambung, usus halus, usus besar, dan anus. Kelenjar pencernaan terdiri dari kelenjar air liur, kelenjar getah lambung, hati, dan pankreas.
- Di dalam mulut terjadi dua macam pencernaan, yaitu pencernaan mekanis oleh gigi dan pencernaan kimiawi oleh enzim ptyalin.
- Lambung terdiri atas 3 bagian, yaitu kardiak, fundus, dan pilorus. Pada dinding lambung bagian fundus terdapat getah lambung yang terdiri dari air, lendir, asam lambung, pepsin, dan renin.
- Usus halus terdiri atas tiga bagian yaitu usus dua belas jari, usus tengah, dan usus penyerapan. Di usus dua belas jari bermuara saluran getah pankreas dan saluran empedu.
- Gerak peristaltik adalah gerakan meremas dan mendorong makanan pada kerongkongan sehingga masuk ke dalam lambung.
- Makanan yang diperlukan oleh tubuh kita adalah makanan yang bergizi dalam jumlah yang cukup. Makanan yang bergizi mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin, garam mineral, dan air.

- Gangguan pada sistem pencernaan dapat berupa gangguan pada organ pencernaan atau disebabkan bakteri. Gangguan akibat ketidakselarasan kerja usus besar pun dapat menimbulkan berupa gangguan yang disebut konstipasi dan diare.
- Pernafasan manusia bertujuan untuk memperoleh oksigen dari udara dan mengeluarkan gas sisa pembakaran dari dalam tubuh.
- Alat pernapasan yang utama adalah paru-paru. Namun udara untuk masuk dalam tubuh memerlukan alat lain seperti hidung, tenggorokan dan lain-lain.
- Saat kita bernafas udara akan masuk ke rongga hidung, kemudian menuju laring, masuk dalam trakea kemudian bronkus dan akhirnya masuk paru paru. Pernafasan yang menggunakan kerja otot-otot rusuk, sehingga saat bernafas dada tampak turun naik disebut sebagai *pernafasan dada*. Pernapasan yang menggunakan otot perut dan otot diafragma disebut dengan pernapasan perut.
- Gangguan pada pernafasan dapat disebabkan oleh adanya gangguan atau kelainan pada organ penyusun sistem pernafasan. Gangguan tersebut dapat disebabkan oleh faktor keturunan, kebiasaan merokok, penggunaan obat terlarang, oleh virus atau pun bakteri.
- Organ utama penyusun sistem peredaran darah adalah darah, jantung dan pembuluh darah.
- Darah pada manusia terdiri dari plasma darah dan bagian sisanya berupa bagian yang padat, yaitu sel-sel darah atau butir-butir darah.
- Plasma darah atau cairan darah merupakan bagian cair dari darah yang merupakan 55 % dari bagian darah itu sendiri. Plasma darah, terdiri atas air (± 90%), zat-zat yang terlarut yaitu protein darah, sari-sari makanan (glukosa dan asam amino), enzim, antibodi, hormon, dan zat sisa metabolisme, serta gas-gas (oksigen, karbondioksida, dan nitrogen).
- Sel-sel darah terdiri atas sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah. Sel darah merah merupakan bagian terbesar dari keping darah yaitu sekitar 99 %. Sel darah merah berbentuk *bikonkaf* yaitu bulat, pipih, tengahnya cekung, sering berada dalam keadaan bertumpukan.
- Pembuluh darah ada tiga macam, yaitu pembuluh nadi (arteri) yaitu pembuluh darah yang membawa darah dari jantung, pembuluh balik (vena) yaitu pembuluh darah yang membawa darah kembali ke jantung dan pembuluh kapiler yaitu pembuluh darah yang sangat halus yang ada di jaringan tubuh.
- Pada sistem peredaran darah manusia terdapat dua lintasan peredaran darah, yaitu peredaran darah kecil dan peredaran darah besar. Kedua peredaran darah ini disebut peredaran darah ganda.
- Gangguan pada sistem peredaran darah selain berupa kerusakan pada alat peredaran darah juga dapat berupa kelainan yang merupakan faktor bawaan.

Refleksi

Salah satu ciri mahluk hidup adalah bergerak untuk melakukan gerakan diperlukan energi yang di peroleh dari makanan yang dimakan. Zat makanan hasil pencernaan diangkut oleh peredaran darah dari usus menuju seluruh sel-sel tubuh dalam sel-sel tubuh makanan akan di ubah menjadi energi dengan menggunakan oksigen yang berasal dari proses pernafasan. Penjelasan diatas menunjukan bahwa ada keterkaitan antara satu sistem organ dengan sistem lainnya dalam tubuh.

Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (×) pada huruf A, B, C, atau D di depan jawaban yang benar!

1. Berikut ini merupakan fungsi rangka, kecuali ....
   A. penunjang tubuh
   B. memberi bentuk pada tubuh
   C. pelindung organ tubuh
   D. alat gerak aktif
   E. tempat melekatnya otot
2. Penyakit pada sistem pernafasan yang disebabkan oleh virus adalah ....
   A. tuberkolosis
   B. flu burung
   C. asma
   D. bronkitis
   E. paru paru basah
3. Pembuluh darah yang mengaliri otot otot jantung disebut ....
   A. pembuluh kapiler
   B. pembuluh vena
   C. aorta
   D. pembuluh nadi
   E. pembuluh koroner
4. Pernafasan yang menggunakan kerja otot-otot rusuk, disebut ….
   A. pernafaran perut
   B. pernafasan diafragma
   C. pernafasan dada
   D. inpirasi
   E. ekspirasi

5. Bahan makanan yang mengandung lemak diubah menjadi asam lemak dan gliserol oleh ....
   A. mulut
   B. lambung
   C. hati
   D. pankreas
   E. usus
6. Pertukaran udara secara difusi dilakukan pada ....
   A. alveolus
   B. bronkiolus
   C. bronkus
   D. trakea
   E. pulmo
7. Di bawah ini adalah organ penyusun sistem gerak bawah, kecuali ....
   A. tulang paha
   B. tulang kering
   C. tulang betis
   D. tulang hasta
   E. tulang jari kaki
8. Fungsi darah putih adalah sebagai ....
   A. pengangkut oksigen
   B. pengangkut sari makanan
   C. pembunuh kuman
   D. pembawa karbon dioksida
   E. pengatur suhu tubuh
9. Penyakit yang disebabkan oleh peningkatan jumlah sel darah putih yang tak terkendali disebut ....
   A. anemia
   B. hemofilia
   C. leukemia
   D. varises
   E. talasemia
10. Pembuluh darah yang kaya dengan oksigen dari paru-paru masuk ke jantung disebut sebagai ....
    A. vena pulmonalis
    B. arteri pulmonalis
    C. vena kava superior
    D. arteriol
    E. aorta
11. Bila orang terlalu banyak duduk biasanya akan mengalami gangguan pada pembuluh darah yang disebut ....
    A. hipertensi
    B. hipotensi
    C. varises
    D. ambeien
    E. stroke

12. Penyakit maag disebabkan oleh ....
    A. kelebihan asam lambung
    B. peradangan pada kerongkongan
    C. peradangan pada lambung
    D. kebocoran pada lambung
    E. peradangan pada usus
13. Pencernaan mekanik terjadi pada ....
    A. mulut
    B. kerongkongan
    C. lambung
    D. usus halus
    E. usus besar
14. Gangguan yang terjadi akibat penyerapan air berlebih di usus besar disebut ....
    A. diare
    B. konstipasi
    C. wasir
    D. peritonitis
    E. maag
15. Jumlah ruang pada jantung manusia adalah ....
    A. 1 B. 2 C. 3 D. 4 E. 5
16. Zat - zat berikut diangkut dan disebarkan melalui peredaran darah, kecuali ....
    A. oksigen
    B. karbon dioksida
    C. hormon
    D. sari-sari makanan
    E. cairan getah bening
17. Vitamin yang berperan dalam proses pembekuan darah adalah ....
    A. vitamin A
    B. vitamin B
    C. vitamin C
    D. vitamin E
    E. vitamin K
18. Bagian paru-paru berupa kantung yang sangat tipis dan lembab disebut ....
    A. pleura
    B. alveolus
    C. bronkiolus
    D. bronkus
    E. lobus
19. Berikut merupakan makanan yang merupakan sumber karbohidrat, kecuali ....
    A. beras
    B. singkong
    C. sagu
    D. permen
    E. daging
20. Vitamin A banyak terdapat dalam ....
    A. wortel
    B. hati
    C. tomat
    D. tempe
    E. sayuran hijau

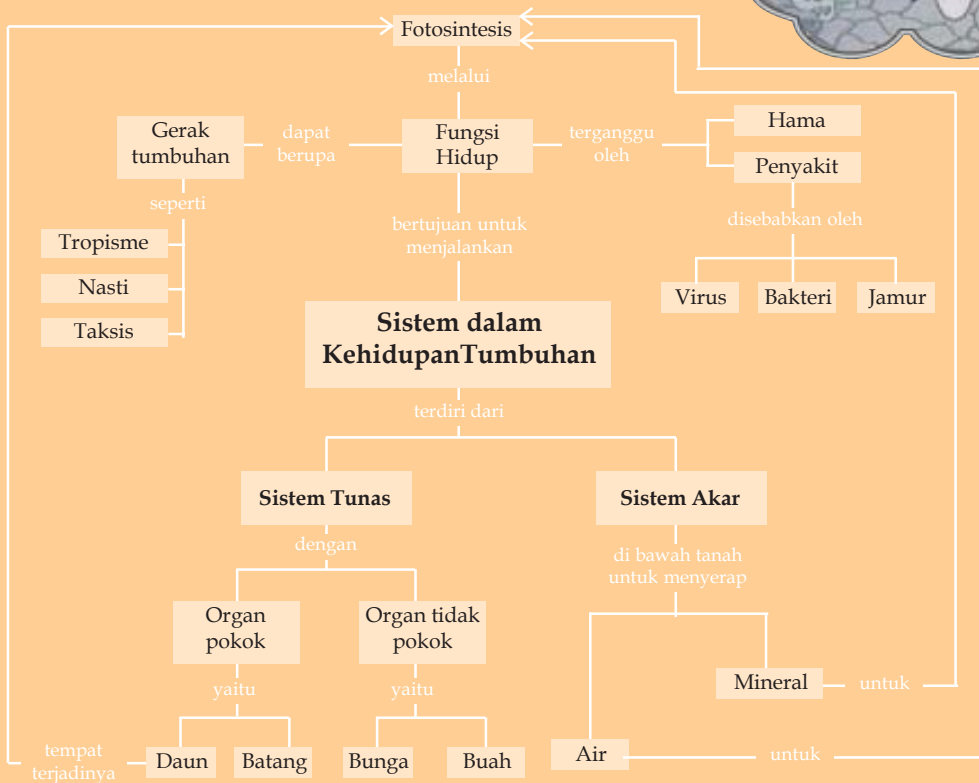
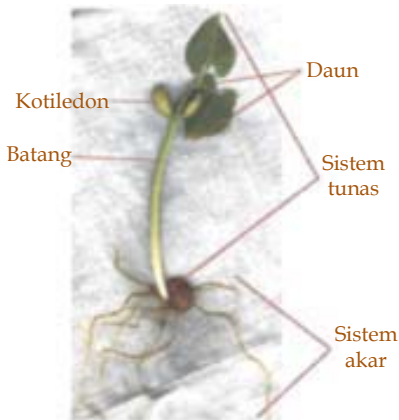
Bab 3

Sistem dalam Kehidupan Tumbuhan

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

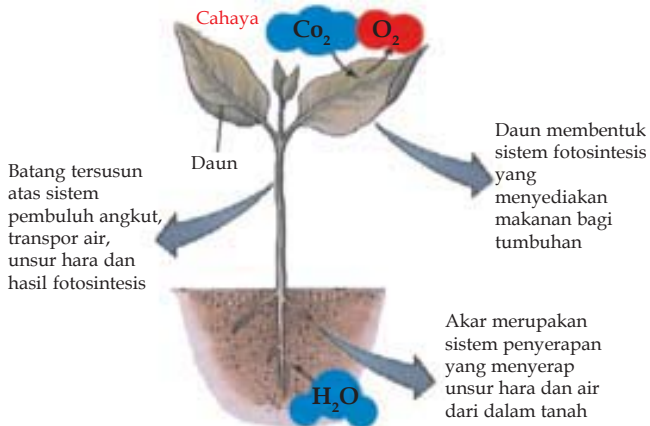
- mengidentifikasi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan;
- mendeskripsikan proses perolehan nutrisi dan transformasi energi pada tumbuhan hijau;
- mengidentifikasi macam-macam gerak pada tumbuhan;
- mengidentifikasi hama dan penyakit pada organ tumbuhan yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep

Gambar 3.1 Sistem pada tumbuhan.

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Tumbuhan tingkat tinggi adalah tumbuhan yang sudah memiliki akar, batang, dan daun sejati. Tumbuhan yang memiliki bagian tubuh seperti ini termasuk tumbuhan berpembuluh.

Seperti halnya hewan, tumbuhan tingkat tinggi pun memiliki sistem organ. Organ pada tumbuhan yang pokok adalah akar, batang dan daun, dan tumbuhan hanya memiliki dua sistem organ, yaitu sistem akar dan sistem tunas. (Gambar 3.1). Inilah yang menunjukkan bahwa tumbuhan adalah organisme yang lebih sederhana dari hewan. Sistem tunas adalah bagian tumbuhan yang ada di atas tanah. Sistem tunas terdiri dari daun, batang, kuncup dan bunga.

3.1 Struktur dan fungsi jaringan tumbuhan

Gambar 3.2 Fungsi bagian tumbuhan

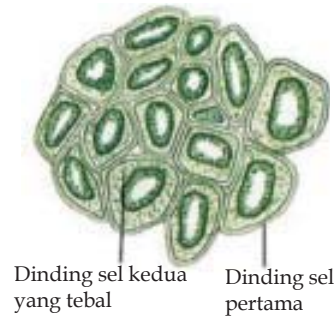
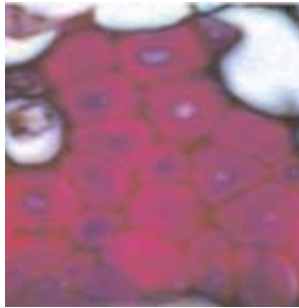
Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

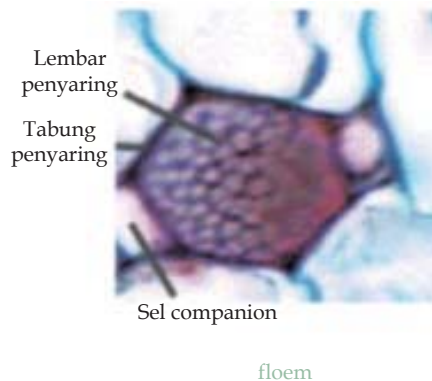
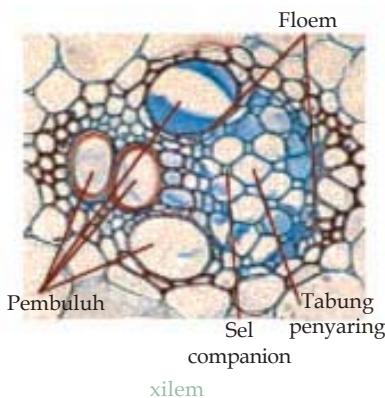
Tumbuhan memiliki sistem yang bertujuan untuk menjalankan fungsi hidup tumbuhan. Fungsi hidup tumbuhan tergantung pada kemampuannya melakukan fosintesis yang ditunjang oleh berbagai sistem lain. (Gambar 3.2) Pada setiap sistem ditunjang oleh beragam jaringan dengan fungsi berbeda namun saling menunjang.

Tumbuhan hanya tersusun dari tiga jenis jaringan, yaitu jaringan kulit, jaringan dasar dan jaringan pengangkut. Jaringan kulit atau sering disebut juga sebagai jaringan epidermis, tersusun dari sel-sel epidermis. Sesuai namanya jaringan kulit terdapat pada bagian luar tumbuhan bagian akar, batang dan daun. Jaringan kulit berfungsi sebagai pelindung jaringan lain pada tumbuhan.

Jaringan dasar merupakan jaringan yang tersebar di seluruh bagian tubuh tumbuhan, baik pada bagian akar, batang, daun, biji ataupun buah. Parenkim, kolenkim dan sklerenkim merupakan jaringan yang termasuk dalam kelompok jaringan dasar.

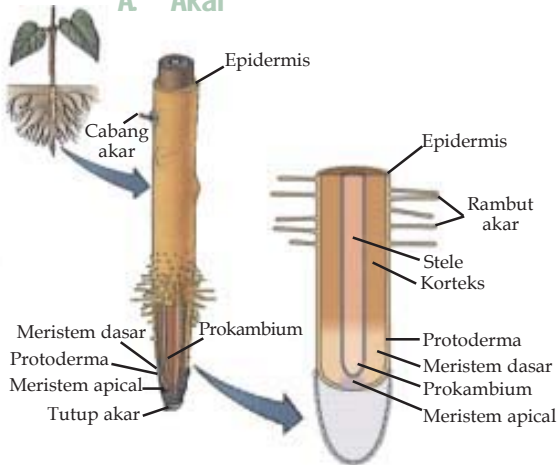
Parenkim adalah sel yang hidup pada tumbuhan dewasa. Fungsi utamanya adalah sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Jaringan kolenkim berfungsi sebagai penyokong tumbuhan. Sel kolenkim ditandai dengan dinding sel yang tebal. Jaringan sklerenkim juga berfungsi sebagai

penyokong tumbuhan. Dinding sel jaringan sklerenkim lebih keras dibanding kolenkim, karena dinding sel keduanya tebal. (Gambar 3.3). Sklerenkim banyak terdapat pada bagian batang dan tulang daun. Sifatnya yang keras menyebabkan sklerenkim berfungsi sebagai pelindung biji atau buah dari luar seperti pada biji kenari atau tempurung kelapa.

Gambar 3.3 Jaringan sklerenkim
Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Jaringan pengangkut pada akar terdiri atas pembuluh tapis(*floem*) dan pembuluh kayu(*xilem*). Sel pada jaringan pembuluh tapis memiliki dinding sel yang melintang dan memiliki pori sehingga hampir seperti ayakan. Pori pada pembuluh ini merupakan sarana untuk sitoplasma agar dapat mengalir dari satu sel ke sel yang lain. (Gambar 3.4).

Gambar 3.4 Jaringan pengangkut
Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Sel tanaman berasal dari pertumbuhan dan perkembangan meristem, yang kemudian berkembang menjadi beragam jenis sel. Sel-sel tersebut kemudian membentuk jaringan sesuai kesamaan bentuk dan fungsinya. Meristem terletak pada bagian tubuh tumbuhan yang merupakan pusat pertumbuhan seperti pada lembaga, ujung akar, ujung batang, kuncup dan kambium. Lembaga atau embrio, juga memiliki meristem yang membentuk jaringan-jaringan lain.

Tumbuhan terdiri dari organ pokok akar, batang dan daun. Bunga dan buah bukan merupakan organ pokok, karena selain tidak semua tumbuhan memiliki bunga atau buah, bunga dan buah pun merupakan cabang yang berubah bentuk dan tumbuh terbatas.

A. Akar

Gambar 3.5 Jaringan ujung akar

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

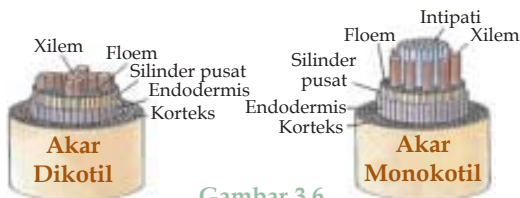
Jaringan penyusun bagian ujung akar adalah jaringan epidermis, korteks, endodermis dan silinder pusat. (Gambar 3.5). Pada jaringan kulit luar atau epidermis terbentuk tonjolan yang merupakan perpanjangan dari epidermis dengan perubahan fungsi sebagai tempat penyerapan air dan garam mineral dari dalam tanah.

Adanya meristem pada ujung akar merupakan pusat pertumbuhan akar, sehingga akar dapat tumbuh memanjang sesuai dengan semakin besarnya pohon, sehingga akar menguatkan pohon dengan semakin dalam menancap kedalam tanah, pemanjangan akar juga sering dilakukan pohon sebagai langkah adaptasi terhadap keadaan lingkungan untuk mencari sumber air.

Korteks pada akar tersusun dari sel-sel parenkim yang tersusun melingkar sehingga membentuk jaringan tebal. Korteks terletak dibawah epidermis dan jaringan silinder pusat. Sel korteks berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan, sehingga akar juga memiliki fungsi sebagai tempat penyimpanan makanan, terutama pada tumbuhan monokotil seperti ubi kayu, wortel dan lain-lain.

Tumbuhan berdasarkan jenis akarnya dapat dibedakan menjadi tumbuhan berakar tunggang dan tumbuhan berakar serabut. Tumbuhan dengan akar tunggang, biasanya dimiliki oleh tumbuhan seperti mangga dan kelompok tumbuhan dikotil lainnya. Akar serabut dimiliki oleh wortel dan tumbuhan monokotil lainnya.

Gambar 3.6

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Jaringan xilem dan floem pada akar tumbuhan dikotil berbentuk seperti bintang. Xilem terletak dibagian tengahnya, sedangkan floem dibagian lengan, sedangkan pada tumbuhan monokotil xilem dan floem tersusun berselang seling. (Gambar 3.6). Fungsi akar sebagai penyerap air dan unsur unsur hara dalam tanah merupakan hasil kerjasama antara jaringan xilem, jaringan floem, dan jaringan epidermis.

B. Batang

Batang terbentuk dari jaringan epidermis, jaringan parenkim, jaringan korteks, jaringan xilem dan jaringan floem. Fungsi batang adalah mengangkut air dan unsur hara dari akar ke daun. Batang juga berfungsi mengangkut makanan hasil fotosintesis dari daun dan mengedarkannya ke seluruh tubuh tumbuhan. Pada beberapa tumbuhan, batang juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan.

Pernapasan pada tumbuhan terjadi juga pada batang. Di batang, oksigen masuk ke batang melalui *lentisel*, kemudian beredar secara difusi melalui ruang antar sel dan berdifusi ke sel-sel lainnya. Sisa pernapasan, yaitu karbondioksida dikeluarkan melalui lentisel. Keluar masuknya udara pernapasan ini terjadi secara difusi.

Kambium hanya dimiliki oleh tumbuhan dikotil (berkeping dua) dan tumbuhan kelompok *gymnospermae* (berbiji terbuka). Kambium menyebabkan tumbuhan dapat memperbesar batangnya. (Gambar 3.7)

Gambar 3.7

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

C. Daun

Daun terbentuk oleh jaringan epidermis, jaringan tiang, jaringan bunga karang, jaringan xilem dan jaringan floem. Jaringan epidermis pada daun bagian bawah dapat mengalami perubahan bentuk menjadi stomata. Selain menjadi stomata, jaringan epidermis pada daun juga dapat membentuk lapisan lilin dan lapisan kutikula pada bagian atas permukaan daun (Gambar 3.8)

Gambar 3.8 Jaringan pada daun

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Pernapasan pada tumbuhan terjadi di seluruh bagian tumbuhan, seperti daun, batang, dan akar. Di daun, oksigen masuk melalui *stomata*. Oksigen tersebut kemudian menuju ke sel palisade dan jaringan bunga karang. Sel palisade dan jaringan bunga karang menggunakan oksigen yang dihasilkan.

Daun memiliki jaringan epidermis yang berubah bentuk menjadi stomata, dimana stomata menjadi tempat terjadinya pertukaran gas. Pada daun terdapat dua macam jaringan parenkim, yaitu jaringan tiang (palisade) dan jaringan bunga karang atau spons. (Gambar 3.9). Palisade banyak terdapat tepat dibawah jaringan epidermis, sedangkan spons

Gambar 3.9 Parenkim pada daun

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Gambar 3.10 Sel jaringan kolenkim
Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

di bawah selapis atau dua lapis palisade. Sel-sel pada jaringan parenkim daun banyak mengandung kloroplas. Kloroplas sangat berperan dalam peristiwa fotosintesis yang dilakukan tumbuhan

Jaringan kolenkim berfungsi sebagai penyokong tumbuhan. Sel kolenkim ditandai dengan dinding sel yang tebal. (Gambar 3.10). Jaringan ini ditemukan pada tumbuhan dewasa. banyak terdapat pada tangkai daun.

Latihan 3.1

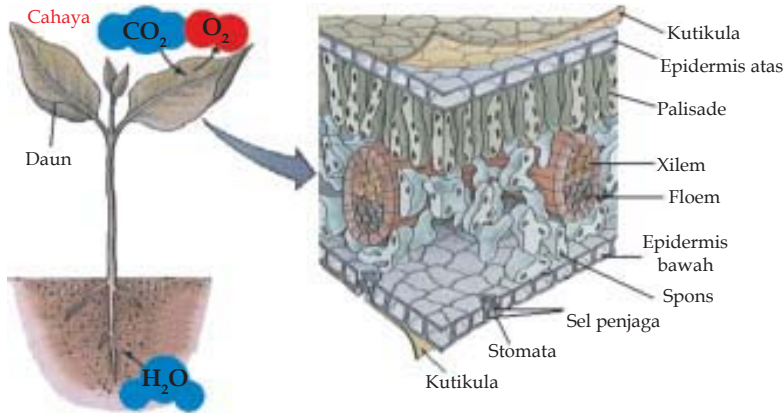
1. Apa yang disebut sebagai meristem? Pada bagian tumbuhan mana kita dapat menemukan meristem ? Apa fungsinya ?
2. Apa yang dimaksud dengan jaringan kulit? Bagaimana bentuk selnya? Dan apa kegunaannya?
3. Apa perbedaan xilem dan floem? Termasuk dalam jaringan apa? Dan apa fungsinya?
4. Apa yang dimaksud dengan organ? Bagaimana hubungannya dengan jaringan dan sel penyusun sel?
5. Apa saja yang termasuk organ pada tumbuhan? Apa fungsinya ?

3.2 Fotosintesis

Semua makhluk hidup memerlukan makanan untuk pertumbuhannya, demikian juga tumbuhan. Berbeda dengan hewan dan manusia, tumbuhan hijau membuat sendiri makanannya melalui proses fotosintesis, sehingga disebut makhluk autotrof. Fotosintesis merupakan proses tanaman menggunakan energi dari sinar matahari untuk menghasilkan gula, yang akan digunakan sebagai energi untuk hidup. Perubahan energi sinar matahari yang tidak tampak menjadi energi kimia dilakukan oleh zat hijau daun yang disebut sebagai klorofil. Proses fotosintesis menggunakan air dan karbondioksida untuk menghasilkan gula dan oksigen.

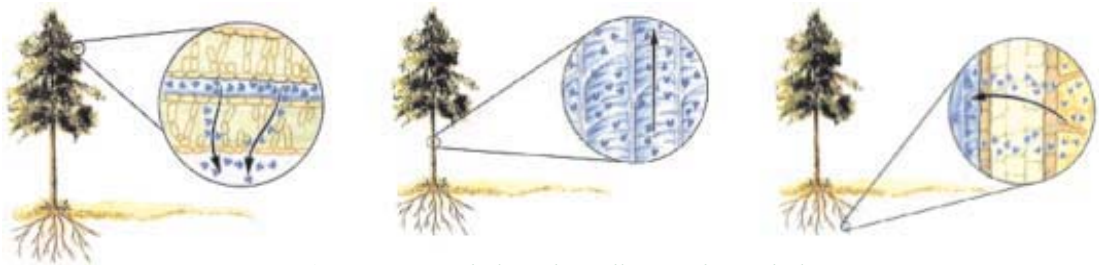
$$6H_2O + 6CO_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Pada umumnya fotosintesis terjadi di daun, walaupun pada beberapa pohon fotosintesis dapat terjadi pada bagian batang atau diseluruh bagian tumbuhan yang mengandung klorofil. Selain keberadaa organ fotosintesis pada daun yang mengandung klorofil, berjalan tidaknya fotosintesis dipengaruhi oleh ada tidaknya energi cahaya dan ketersediaan bahan-bahan fotosintesis seperti air dan karbondioksida.

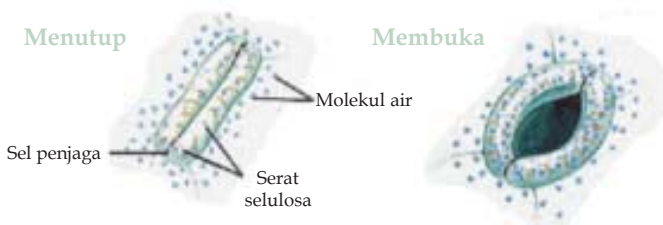
Air dan garam mineral dari dalam tanah sampai ke daun melalui pembuluh kayu. Di ujung tulang daun, air keluar dari pembuluh kayu dan masuk ke sel bunga karang serta sel palisade. Di tempat itu, sebagian air digunakan untuk fotosintesis dan sebagian dikeluarkan melalui penguapan. Glukosa hasil fotosintesis diangkut dan diedarkan oleh pembuluh tapis ke seluruh bagian tumbuhan. (Gambar 3.11)

Gambar 3.11 Fotosintesis pada daun

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Cahaya yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk melakukan fotosintesis biasanya diperoleh dari cahaya matahari, namun dapat juga disediakan oleh manusia dengan menggunakan lampu. Tumbuhan memiliki kepekaan tertentu terhadap cahaya, sehingga jika kita menggunakan cahaya buatan kita harus memperhatikan intensitas cahaya, karena pada beberapa tumbuhan intensitas yang terlalu kuat akan menghancurkan kloroplas.

Air dapat masuk kedalam tubuh tumbuhan melalui pembuluh kayu karena gaya kohesi dan adhesi antara air dan pembuluh kayu. (Gambar 3.12). Air yang digunakan saat fotosintesis atau karena penguapan akan digantikan oleh air dari *xilem* pada daun, sehingga air dari *xilem* pada bagian batang akan naik, begitu juga pada bagian akar akan naik menggantikan keberadaan air dalam *xilem* batang, dan akar akan menggantikan air dengan mengambilnya dari dalam tanah.

Gambar 3.12 Gaya kohesi dan adhesi pada tumbuhan

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Daun selain berfungsi sebagai tempat proses fotosintesis berlangsung, juga berfungsi sebagai tempat pernafasan dengan adanya stomata pada daun.(Gambar 3.13). Karbondioksida masuk melalui stomata, dan pada jaringan palisade pada proses fotosintesis bersama air diubah menjadi makanan dengan bantuan cahaya.

Gambar 3.13 Stomata

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Faktor lain yang mempengaruhi laju fotosintesis adalah suhu. Suhu yang terlalu tinggi membuat enzim fotosintesis rusak, selain itu mempengaruhi kelembaban udara, sehingga daun akan mengering dan mati.

Hasil fotosintesis berupa makanan pun disebarkan melalui pembuluh tapis ke seluruh tubuh. Hasil fotosintesis tersebut digunakan untuk membangun tubuh tumbuhan, memperbaiki sel yang rusak dan bila terdapat sisa akan disimpan sebagai cadangan makanan.

Latihan 3.2

1. Apa yang dimaksud dengan fotosintesis ? Apa semua tumbuhan dapat melakukan fotosintesis ? Jelaskan !
2. Bagaimana karakteristik jaringan palisade? Apa hubungannya dengan proses fotosintesis ? Jelaskan!
3. Faktor-faktor apa yang dapat mendukung fotosintesis ?
4. Bagaimana cara air yang merupakan bahan baku fotosintesis dapat masuk dalam tubuh tumbuhan ?

3.3 Gerak Tumbuhan

Salah satu ciri pada makhluk hidup adalah mampu bergerak. Gerak pada tumbuhan berbeda dengan gerak hewan yang menggunakan otot. Gerak pada tumbuhan terjadi karena proses tumbuh atau karena rangsangan dari luar. Tumbuhan memberi tanggapan terhadap rangsangan

yang berasal dari cahaya, gaya tarik bumi, dan air. Ada pula tumbuhan yang peka terhadap sentuhan dan zat kimia. Tanggapan tumbuhan terhadap rangsangan tersebut disebut daya iritabilitas atau daya peka terhadap rangsangan.

Gerak pada tumbuhan terbatas pada bagian tertentu tubuh tumbuhan. Misalnya, gerakan ujung tunas ke arah cahaya, gerakan akar menembus tanah, gerakan sulur membelit, dan gerakan karena sentuhan. Gerak yang mendekati arah rangsangan merupakan gerak positif, sedangkan gerak menjauhi rangsangan merupakan gerak negatif. Pada dasarnya ada dua macam gerak tumbuhan, yaitu *gerak tropisme* dan *gerak nasti*. Gerak tropisme merupakan gerak yang dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan, sedangkan gerak nasti merupakan tanggapan yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan.

Selain itu ada *gerak taksis*, yaitu gerak yang merupakan gerak berpindah tempat sebagian atau seluruh bagian tumbuhan. Gerak taksis ini umumnya terjadi pada tumbuhan tingkat rendah. Pada tumbuhan lumut terjadi gerak sel gamet jantan menuju sel gamet betina. Pergerakan ini terjadi karena adanya zat kimia pada sel gamet betina. Gerak ini merupakan gerak perpindahan tempat sebagian tumbuhan yang disebabkan oleh rangsangan zat kimia, maka disebut gerak *kemotaksis*.

A. Gerak Tropisme

Ujung batang tumbuhan selalu tumbuh ke arah sumber cahaya. Bila cahaya datang dari atas, tumbuhan akan tumbuh tegak mengarah ke atas. Hal ini dapat kamu amati pada tumbuhan yang hidup di alam bebas. Tanaman pot yang diletakkan di dalam ruangan dan men-dapat cahaya dari samping, ujung batangnya akan tumbuh membengkok ke arah datangnya cahaya. Gerak tumbuhan yang dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan disebut tropisme. Tropisme yang disebabkan oleh rangsangan cahaya disebut fototropisme.

Pada tumbuhan, bagian yang peka terhadap rangsangan adalah bagian ujung tunas. Bila gerak tersebut mengarah ke sumber rangsangan disebut fototropisme positif, misalnya gerak pada ujung tunas. (Gambar 3. 14)

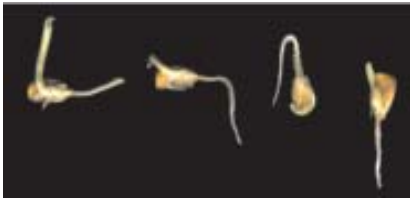
Gambar 3.14 Gerak fototropisme ujung tunas

Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

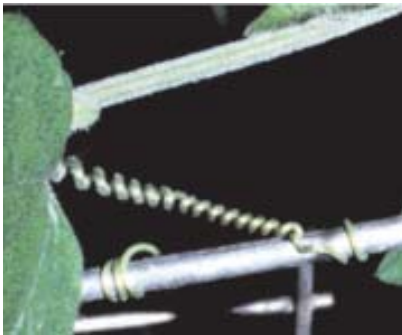
Perhatikan dengan teliti keempat biji yang baru berkecambah pada gambar tersebut. Ujung tunas biji (a) dibiarkan terbuka, ujung kecambah (b) ditutup dengan karbon, ujung kecambah (c) ditutup dengan plastik transparan dan kecambah (d) bagian batangnya ditutup dengan karbon. Biji-biji tersebut diberi rangsangan cahaya dari arah samping kanan. Setelah 24 jam ternyata kecambah (b) batangnya tetap tumbuh ke atas, sedangkan kecambah (a), (c) dan (d) ujung tunasnya tumbuh membengkok ke arah datangnya sinar.

Kecambah (b) tetap tumbuh tegak walaupun mendapat cahaya dari samping. Hal ini terjadi karena bagian yang peka, yaitu ujung tunas, tertutup oleh karbon sehingga ujung tunas tidak menerima rangsangan cahaya. Akibatnya gerak fototropisme positif tidak terjadi.

Pada kecambah (a), ujung tunas tumbuhan membengkok ke samping ke arah cahaya. Pada kecambah (c) walaupun tertutup tetapi tetap tembus cahaya sehingga tunas tetap membelok ke samping. Batang yang tertutup karbon tidak menghalangi pertumbuhan tunas ke arah cahaya, karena bagian yang peka cahaya adalah ujung tunas, sehingga pada kecambah (d) tetap terjadi gerak fototropisme positif.

Akar tumbuhan selalu tumbuh ke arah bawah akibat rangsangan *gaya tarik bumi* (*gaya gravitasi*). Gerak tumbuh akar ini merupakan contoh lain dari gerak tropisme. Gerak yang disebabkan rangsangan gaya gravitasi disebut geotropisme. Karena gerak akar diakibatkan oleh rangsangan gaya tarik bumi dan arah gerak menuju datangnya rangsangan, maka gerak tumbuh akar disebut geotropisme positif.

Gambar 3.15 Gerak geotropisme akar
Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Jika biji jagung yang baru berkecambah diletakkan mendatar, maka pertumbuhan akar akan membelok ke arah bawah, dan ujung batang membelok ke atas. (Gambar 3.15).

Gerak tropisme lainnya misalnya gerak tumbuh akar yang dipengaruhi ketersediaan air tanah disebut dengan gerak hidrotropisme. Biasanya akar tumbuh lurus ke arah bawah untuk memperoleh air dari dalam tanah. Akan tetapi, jika pada arah ini tidak terdapat cukup air, maka akar akan tumbuh membelok ke arah yang cukup air. Dengan demikian, arah pertumbuhan mungkin tidak searah dengan gaya tarik bumi. Gerak akar menuju sumber air ini disebut gerak hidrotropisme positif.

Gambar 3.16 Gerak tigmotropisme
Sumber : http://www.emc.maricopa.edu/

Gerak tropisme dapat juga dialami oleh tumbuhan ketika berinteraksi dengan benda padat, misalnya saat suatu kawat besi didekatkan pada tanaman kacang, maka kawat akan dibelit. Gerak seperti ini disebut sebagai tigmotropisme.(Gambar 3.16)

B. Gerak Nasti

Tumbuhan itu adalah tumbuhan putri malu atau si kejut. Apabila tumbuhan putri malu disentuh, daun-daunnya akan segera menutup. Arah penutupan daun tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan. Gerak tumbuhan yang arahnya tidak terpengaruh oleh arah datangnya rangsangan disebut *nasti*. Nasti yang terjadi karena rangsangan sentuhan seperti pada putri malu disebut *tigmonasti*.

Contoh lain gerak nasti terjadi pada bunga pukul empat. Bunga ini mekar pada sore hari karena rangsangan cahaya matahari pada saat itu. Gerak nasti yang disebabkan rangsangan cahaya matahari seperti pada bunga pukul empat itu disebut *fotonasti*.

3.4 Hama dan Penyakit pada Tumbuhan

Para petani baik yang menanam padi, cabe, singkong, jagung atau pun tanaman lainnya menghadapi berbagai kendala dalam menanam tanaman tersebut agar dapat dipanen dalam jumlah dan mutu yang memuaskan. Selain menghadapi kendala dari alam berupa curah hujan, angin, atau banjir, para petani biasa dihadapkan pada masalah hama dan penyakit yang menyerang tanaman mereka.

Hama merupakan hewan, seperti tikus, ulat dan hewan lain yang memakan, mengganggu atau merusak tanaman. Ulat biasanya menyerang bagian daun dan buah dari tanaman (Gambar 3.17). Setiap tanaman menghadapi hama yang berbeda.

Gambar 3.17 Daun yang dimakan ulat.
Sumber : Dokumentasi penulis

Padi, selain sering dimakan dan dirusak tikus dan burung pipit juga sering diserang oleh sejenis hama yang dikenal dengan hama wereng. Biasanya untuk mengatasi tikus para petani sering mengadakan perburuan tikus, untuk menghadapi burung biasanya diletakkan orang-orangan sawah untuk menakut-nakuti, namun hama wereng relatif sulit ditanggulangi.

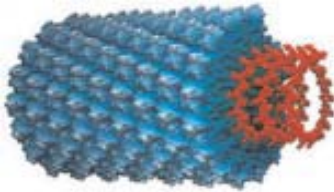
Hama tidak hanya datang dari permukaan tanah, bisa juga dari dalam tanah sendiri. Hama sepeti ini sering menyerang tanaman yang diambil umbinya terutama kentang. Hama yang dikenal dengan nematoda sistem kuning ini menyerang disaat musim hujan, akibatnya kentang menjadi sakit yang ditandai dengan menguningnya daun dan kemudian mati.

Gambar 3.18 Gajah
Sumber : http://wordwildlifefund.org/

Gajah juga sering merusak lahan pertanian terutama untuk lahan yang berada di pinggir hutan. Satu ekor gajah memerlukan minimal 3 km^2 sebagai tempat hidupnya. Gajah biasanya memakan tanaman dan merusak lahan yang merupakan area tempat hidupnya. Saat manusia merambah hutan dimana tempat gajah mencari makanan, maka gajah akan tetap menganggap sebagai daerah kekuasaannya.

Gangguan dari hewan dikategorikan sebagai hama jika terjadi dalam jumlah yang besar, kalau hanya satu ekor ulat atau tikus saja kita belum

menyebutnya sebagai hama. Hama timbul biasanya karena adanya ketidak seimbangan dalam ekosistem yang menghambat kerja salah satu aliran makan-memakan. Dalam mengatasi hama seperti ulat pun kita dapat menggunakan pemangsa yang lebih tinggi seperti burung atau laba-laba. Namun karena penggunaan insektisida untuk mengatasi ulat, biasanya laba-laba ikut mati berikut ulat, dan burung pun mengalihkan sasarannya pada padi itu sendiri jika tidak ada ulat.

Berbeda dengan hama, penyakit yang dialami oleh tanaman disebabkan oleh serangan virus, bakteri atau jamur. Penyakit menyerang tanaman dari dalam, sehingga fungsi dan kerja jaringan pada tumbuhan dapat terganggu dan akhirnya mati.

Gambar 3.19 Virus Tobacco Mosaic

Sumber: : http://mrsec.wisc.edu/

Virus yang sering menyerang tumbuhan tembakau disebut sebagai *Tobacco Mosaic* (Gambar 3.19). Virus ini menyebabkan daun tembakau rusak dengan bercak-bercak putih dan menghambat proses fotosintesis daun. Virus ini sangat merugikan, karena bukan hanya satu lembar daun yang rusak dari setiap tanaman tembakau, tapi keseluruhannya. Selain itu gangguan virus belum dapat ditanggulangi jika sudah terserang.

Apakah kamu pernah melihat daun dipenuhi serbuk putih yang bila tergoyang akan beterbangan? Serbuk putih itu sebenarnya adalah jamur *sphaerotecha mascularis*. Keberadaan jamur ini akan menimbulkan gangguan berupa kerusakan pada daun, daun sering menjadi menggulung dan gagal terbentuk. Penyakit ini mudah terbentuk dan menyebar dengan cepat karena sporanya mudah tertiup angin. Untuk mengatasi jamur ini dapat digunakan fungisida ketika jumlahnya masih sedikit, namun sebaiknya tidak digunakan untuk tanaman yang di petik hasilnya berupa daun, dan untuk tanaman seperti *strawbery* pun sebaiknya digunakan sebelum menghasilkan buah.

Pohon pisang biasa terkena penyakit yang disebut dengan penyakit darah. Tanda pisang yang terkena penyakit ini bila kita potong akan mengeluarkan cairan kental seperti darah. Penyakit ini disebabkan adanya bakteri pada bonggol pisang yaitu bakteri *pseudomonas celebensis*.

Latihan 3.3

1. Jelaskan apa perbedaan antara hama dan penyakit!
2. Sebutkan hama-hama yang biasa menyerang padi, dan bagaimana cara mengatasinya?
3. Apa peranan manusia dalam menimbulkan yang akan menganggu tanaman?
4. Sebutkan contoh penyakit pada tanaman yang disebabkan oleh virus!
5. Sebutkan jenis hama dan penyakit yang kamu temui disekitarmu?

Rangkuman

- Tumbuhan hanya memiliki dua sistem organ, yaitu sistem akar dan sistem tunas.
- Tumbuhan hanya tersusun dari tiga jenis jaringan, yaitu jaringan kulit, jaringan dasar dan jaringan pengangkut.
- Jaringan kulit atau sering disebut juga sebagai jaringan epidermis, tersusun dari sel-sel epidermis. Sesuai namanya jaringan kulit terdapat pada bagian luar tumbuhan bagian akar, batang dan daun. Jaringan kulit berfungsi sebagai pelindung jaringan lain pada tumbuhan.
- Jaringan dasar merupakan jaringan yang tersebar di seluruh bagian tubuh tumbuhan, baik pada bagian akar, batang, daun, biji ataupun buah. Parenkim, kolenkim dan sklerenkim merupakan jaringan yang termasuk dalam kelompok jaringan dasar.
- Jaringan pengangkut pada akar terdiri atas pembuluh tapis(*floem*) dan pembuluh kayu(*xilem*).
- Sel tanaman berasal dari perkembangan meristem, yang kemudian berkembang menjadi beragam jenis sel.
- Tumbuhan terdiri dari organ pokok akar, batang dan daun. Bunga dan buah bukan merupakan organ pokok, karena merupakan cabang yang berubah bentuk dan tumbuh terbatas.
- Fotosintesis merupakan proses tanaman menggunakan energi dari sinar matahari untuk menghasilkan gula oleh zat hijau daun atau klorofil, yang akan digunakan sebagai energi untuk hidup.
- Faktor yang mempengaruhi fotosintesis adalah ketersediaan air, karbon dioksida, energi(matahari) dan suhu.
- Gerak pada tumbuhan terjadi karena proses tumbuh atau karena rangsangan dari luar. Dua macam gerak tumbuhan, yaitu *gerak tropisme* dan *gerak nasti*. Pada tumbuhan tingkat rendah terjadi juga gerak perpindahan tempat atau gerak taksis.
- Gerak tumbuhan yang dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan disebut *tropisme*. Tropisme yang disebabkan oleh rangsangan cahaya disebut fototropisme. Gerak yang disebabkan rangsangan gaya gravitasi disebut *geotropisme*. Gerak tropisme lainnya misalnya gerak tumbuh akar yang dipengaruhi ketersediaan air tanah disebut dengan gerak hidrotropisme. Gerak tropisme saat tumbuhan berinteraksi dengan benda padat disebut tigmotropisme.
- Gerak tumbuhan yang arahnya tidak terpengaruh oleh arah datangnya rangsangan disebut *nasti*. Nasti yang terjadi karena rangsangan sentuhan seperti pada putri malu disebut *tigmonasti*. Gerak nasti yang disebabkan rangsangan cahaya disebut *fotonasti*.
- Hama merupakan hewan, seperti tikus, ulat dan hewan lain yang memakan, menganggu atau merusak tanaman.
- Penyakit pada tanaman disebabkan oleh serangan virus, bakteri atau jamur. Virus yang sering menyerang tumbuhan tembakau disebut sebagai *Tobacco Mosai*. Serbuk putih yang sering merusak daun adalah jamur *sphaerotecha mascularis*. Pohon pisang bisa terkena penyakit yang disebut dengan penyakit darah yang disebabkan oleh bakteri *pseudomonas celebensis*.

Refleksi

Tumbuhan merupakan organisme autotrop, yaitu organisme yang dapat memproduksi makanan sendiri melalui proses fotosintesis sama halnya seperti mahluk hidup lainnya tubuh tumbuhanpun tersusun atas banyak sel, beraneka jenis jaringan dan macam-macam organ. Proses fotosintesis yang memerlukan bahan baku berupa air dan karbondioksida berlangsung terutama dalam organ daun tepatnya pada jaringan tiang atau palisade.

Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (×) pada huruf A, B, C, atau D di depan jawaban yang benar!

1. Bagian daun yang melakukan fotosintesis adalah ....
   A. plastida
   B. lenti sel
   C. stomata
   D. kortex
   E. kutikula
2. Berikut ini merpakan faktor yang mempengaruhi jalannya fotosintesis, *kecuali* ....
   A. kadar oksigen
   B. kadar karbondioksida
   C. kadar sinar matahari
   D. kadar air
   E. suhu
3. Yang berfungsi mengangkut hasil fotosintesis adalah ....
   A. xilem
   B. stomata
   C. floem
   D. lenti sel
   E. palisade
4. Jaringan epidermis pada bagian bawah daun berubah bentuk menjadi ....
   A. lapisan kutikula
   B. lapisan lilin
   C. stomata
   D. lentisel
   E. palisade
5. Jaringan meristem terdapat pada bagian tumbuhan, *kecuali* ....
   A. lembaga
   B. ujung akar
   C. ujung batang
   D. kambium
   E. daun
6. Sistem tunas terdiri dari bagian tumbuhan berikut *kecuali* ....
   A. akar
   B. batang
   C. daun
   D. kuncup
   E. bunga

7. Tumbuhnya akar ke bawah merupakan gerak ....
   A. geotropisme
   B. nasti
   C. fototropisme
   D. hidrotropisme
   E. kemonasti
8. Ujung akar dapat tumbuh memanjang karena adanya ....
   A. jaringan epidermis
   B. jaringan kolenkim
   C. jaringan parenkim
   D. jaringan sklerenkim
   E. jaringan meristem
9. Gerak akar menuju sumber air ini disebut gerak ....
   A. hidrotropisme positif
   B. hidrotropisme negatif
   C. geotropisme positif
   D. geotropisme negatif
   E. tigmotropisme
10. Tempurung kelapa sangat keras karena tersusun dari ....
    A. jaringan epidermis
    B. jaringan kolenkim
    C. jaringan parenkim
    D. jaringan sklerenkim
    E. jaringan meristem
11. Berikut ini yang *tidak* termasuk dalam hama adalah ....
    A. tikus
    B. ulat sutra
    C. gajah liar
    D. hama wereng
    E. babi hutan
12. Jaringan yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan adalah ....
    A. jaringan epidermis
    B. jaringan kolenkim
    C. jaringan parenkim
    D. jaringan sklerenkim
    E. jaringan meristem
13. Gerakan putri malu menutup daun saat disentuh disebut sebagai gerak ....
    A. geotropisme
    B. hidrotropisme
    C. fototropisme
    D. tigmonasti
    E. fotonasti
14. Tumbuhan dikotil dapat memperbesar batang karena terdapatnya ....
    A. korteks
    B. stele
    C. kambium
    D. lentisel
    E. intipati

15. Gerak fototropisme ditunjukkan oleh gerak ....
    A. bunga pukul empat menutup daun di sore hari
    B. akar mendekati sumber air
    C. bunga matahari menghadap sumber cahaya
    D. akar tumbuhan menuju pusat bumi
    E. akar bakau merambat ke atas
16. Tumbuhan dapat melakukan respirasi pada batang melalui ....
    A. stomata
    B. lentisel
    C. kambium
    D. xilem
    E. floem
17. Pada umumnya akar menuju ke pusat bumi karena pengaruh gaya gravitasi, tetapi bakau tidak demikian. Gerakan akar pada bakau disebut ....
    A. geotropisme positif
    B. geotropisme negatif
    C. tigmotropisme positif
    D. tigmotropisme negatif
    E. fototropisme
18. Korteks yang terdapat pada batang berfungsi sebagai ....
    A. tempat penyimpanan makanan
    B. jalan respirasi
    C. tempat pembesaran batang
    D. pengangkutan air
    E. pengangkutan hasil fotosintesis
19. Penyakit tanaman yang tidak bisa disembuhkan dengan penyemprotan obat-obatan adalah ....
    A. penyakit darah pada pisang
    B. serbuk putih pada daun
    C. serangan TMV pada tembakau
    D. serangan kutu loncat
    E. serangan bakteri pada daun strawberi
20. Gerak tropisme dapat juga dialami oleh tumbuhan ketika berinteraksi dengan benda padat disebut ....
    A. geotropisme
    B. tigmotropisme
    C. hidrotropisme
    D. fototropisme
    E. kemotropisme

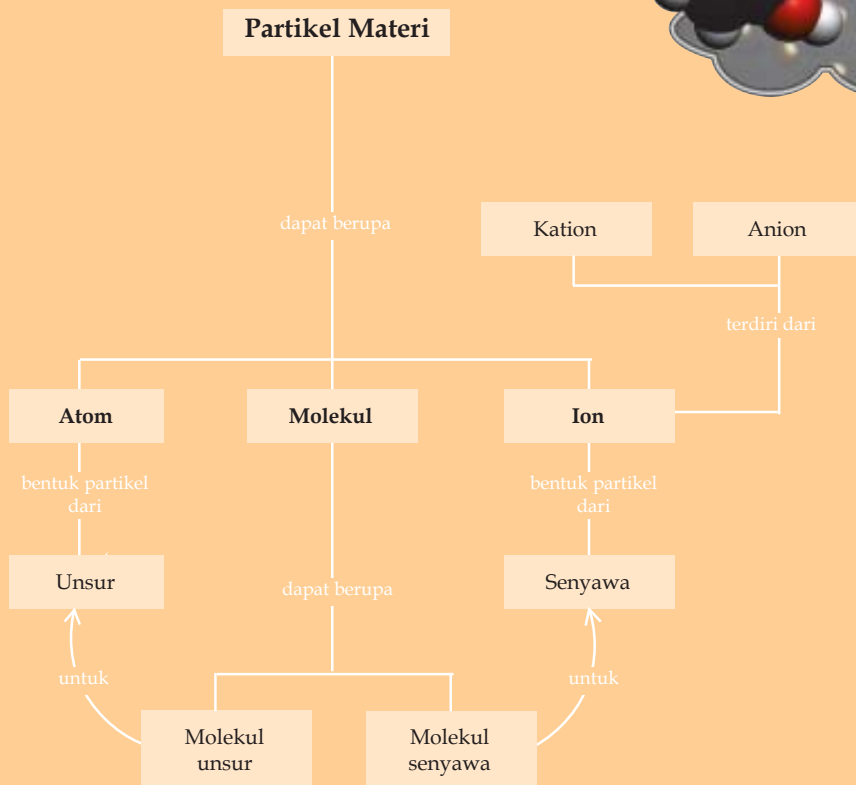
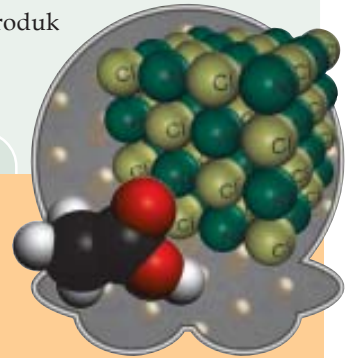
Bab 4

Partikel Materi

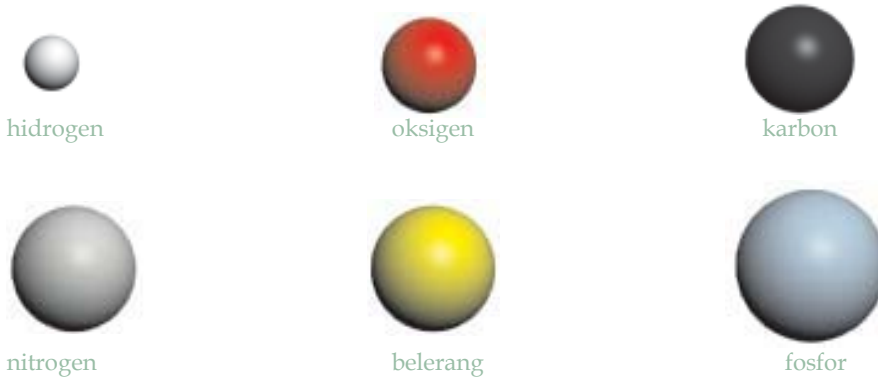
Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

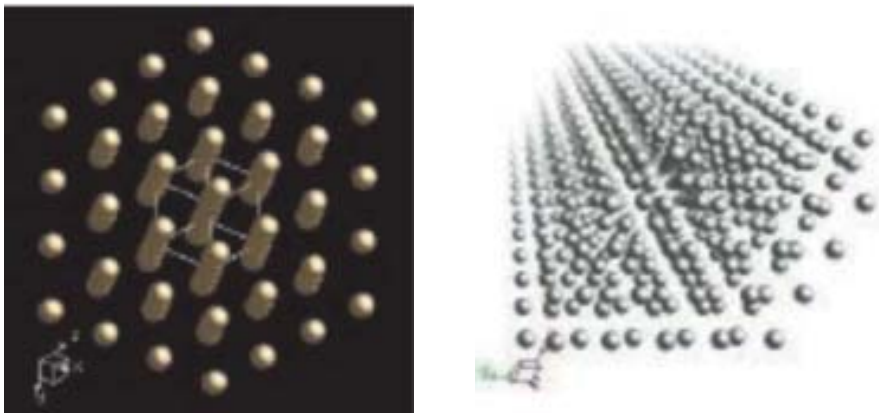
- menjelaskan konsep atom, ion, dan molekul;
- menghubungkan konsep atom, ion, dan molekul dengan produk kimia sehari-hari;
- membandingkan molekul unsur dan molekul senyawa.

Peta Konsep

Partikel materi merupakan bagian terkecil dari suatu materi yang masih memiliki sifat dari materi tersebut. Partikel tidak dapat dilihat dengan mata telanjang . Ada tiga jenis partikel materi, yaitu : atom, molekul dan ion.

4.1 Atom

Atom merupakan partikel terkecil dari suatu unsur. Secara sederhana kita mengambarkan sebuah atom sebagai bola, seperti yang digambarkan Dalton. Berbeda dengan Dalton yang memberi gambar pada setiap bolanya, kita dapat mengambar atom sebagai bola dengan beragam warna dan beragam ukuran. Gambar 4.1

Gambar 4.1 Penggambaran beberapa atom

Sumber : Dokumentasi penulis

Unsur merupakan zat tunggal yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi unsur lain melalui reaksi kimia biasa. Beberapa unsur memiliki partikel penyusunnya berupa atom yang tersusun dalam bentuk kisi kristal tertentu. (Gambar 4.2).

Gambar 4.2 Berbentuk atom dalam susunan kristal

Sumber : http/webelement.com

Unsur yang memiliki partikel penyusun atom biasanya adalah unsur-unsur logam, seperti besi, tembaga, seng, alumunium dan lain-lain. Atom-atom ini walaupun membentuk satu kristal, tetapi atom tersebut berdiri sendiri. Unsur logam pada tabel periodik unsur ditunjukkan dengan warna hijau.(Gambar 4.3)

Gambar 4.3 Tabel periodik unsur

Sumber : Dokumentasi penulis

4.2 Molekul

Molekul merupakan gabungan dari dua atau lebih atom sejenis atau berlainan yang membentuk ikatan kovalen. Molekul dapat berupa molekul unsur dan molekul senyawa.

Molekul unsur merupakan molekul yang terbentuk dari atom-atom sejenis, Molekul tersebut merupakan partikel terkecil penyusun suatu unsur. Unsur-unsur yang satuan terkecilnya adalah molekul adalah unsur nonlogam,

seperti belerang, fosfor, hidrogen, oksigen dan sebagainya.(Gambar 4.4) Dalam sistem periodik unsur-unsur nonlogam ditunjukkan dengan warna kuning. (Gambar 4.3).

Belerang

Fosfor

Berbentuk molekul dengan 8 buah atom (S_8)

Berbentuk molekul dengan 4 buah atom(P_4)

Gambar 4.4 Molekul unsur

Sumber : Dokumentasi penulis

Molekul unsur yang merupakan gabungan dari dua buah atom disebut molekul diatomik. (Gambar 4.5). Unsur nonlogam yang membentuk molekul

diatomik diantaranya adalah hidrogen, klor, flour, iod, brom.

oksigen nitrogen klor

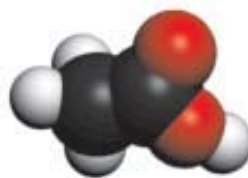
Gambar 4.5 Molekul diatomik

Sumber : dokumen penulis

Molekul senyawa merupakan gabungan dari dua atau lebih atom tidak sejenis.contoh :

- molekul air (H_2O)yang terdiri dari 2 atom hidrogen dan oksigen
- molekul metana (CH_4) terdiri dari 1 atom karbon dan 4 atom hidrogen
- molekul asam asetat (CH_3COOH) gabungan dari 2 atom karbon, 4 atom hidrogen dan 2 atom oksigen

(a) air

(b) metana

(c) asam asetat

Gambar 4.6 Molekul senyawa

Sumber : Dokumentasi penulis

4.3 Ion

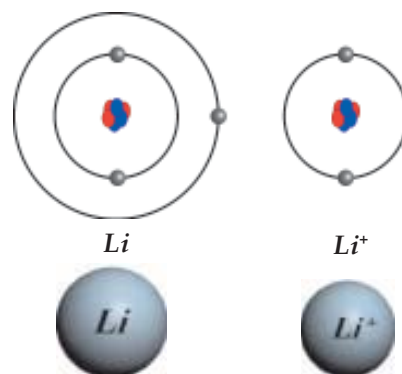
Atom atau molekul tidak memiliki muatan (muatannya netral). Bila atom atau molekul muatannya tidak netral, maka atom atau molekul yang bermuatan tersebut disebut ion.

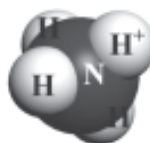
Berdasarkan jenis muatannya terdapat dua jenis ion, yaitu kation dan anion. Kation bila atom atau molekul bermuatan positif, contoh : Na^+, K^+, NH_4^+, dan sebagainya. Anion bila atom atau molekul bermuatan negatif, contoh : Cl^-,F^-, OH^- ,$SO_4^=$ dan sebagainya.

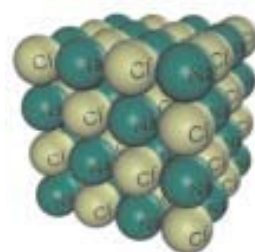
Na^+, K^+, Cl^- dan F^- merupakan ion yang terbentuk dari atom. Ion atom biasa digambarkan sebagai bola bermuatan. Bola ion positif biasanya berukuran lebih kecil dari ukuran bola atomya. Hal ini terjadi karena atom positif biasa terjadi dengan melepaskan elektron terluar sehingga satu lapisan kulit biasanya hilang (Gambar 4.7).

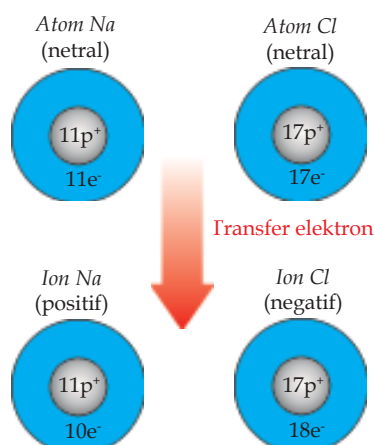
NH_4^+, OH^- dan SO_4^{2-} merupakan ion molekul. Ion molekul digambarkan sebagai molekul yang memiliki salah satu atom yangt kelebihan atau kekurangan elektron. Contoh ion NH_4^+ merupakan gabungan dari 1 atom nitrogen, 3 atom hidrogen dan satu ion hidrogen (Gambar 4.8)

Senyawa yang memiliki partikel penyusun berupa ion umumnya adalah kelompok garam seperti NaCl, $BaSO_4$, dan lain-lain. Senyawa ionik ini berbentuk ion ketika terikat bersama dalam suatu kristal (Gambar 4.9)

Atom adalah netral, mengandung jumlah yang sama dari proton dan netron. Sedang ion adalah partikel bermuatan yang dihasilkan dengan pemindahan elektron dari atom netral menghasilkan ion bermuatan positif, jika menerima elektron maka dihasilkan ion bermuatan negatif. Ketika ion terbentuk maka jumlah proton tidak berubah.

Gambar 4.7 Atom litium dan ion litium

Sumber : Dokumentasi penulis

Gambar 4.8 Ion NH_4^+

Sumber : Dokumentasi penulis

Gambar 4.9. Kristal NaCl

Sumber : Dokumentasi penulis

Gambar 4.10 Jumlah proton tetap saat berubah menjadi ion

Sumber : Dokumentasi penulis

4.4 Hubungan Atom, Ion, dan Molekul dengan Produk Kimia

Bentuk partikel bahan bahan kimia yang ada di sekitar kita dapat berbentuk atom, molekul atau pun ion. Bahan kimia terkadang berubah bentuk partikelnya ketika dilarutkan ke dalam air. Beberapa molekul senyawa membentuk ion ketika larut dalam air.

Bagian terbesar dari tubuh kita adalah air, di dalam air tersebut banyak terlarut ion-ion tubuh, sehingga memiliki tekanan osmosis tertentu. Kamu pernah mendengar tentang minuman isotonik? Minuman isotonik merupakan minuman yang memiliki tekanan osmosis yang sama dengan tubuh kita, sehingga minuman tersebut tidak akan menganggu keseimbangan tubuh ketika diminum. Minuman isotonik adalah air yang mengandung ion-ion tubuh, sehingga didalamnya mengandung NaCl.

Bahan pembersih kaca sebagian besar terbuat dari amoniak. Amoniak memiliki bentuk partikel molekul. Saat amoniak dilarutkan dalam air maka akan terbentuk ion ammonium (NH_4^+), karena NH_3 mengikat ion H^+ dari air (H_2O), sedangkan air sendiri membentuk ion hidroksida.

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

Sabun mandi dan detergen juga memiliki bentuk ion saat dilarutkan dalam air. Sabun memiliki rumus kimia RCOONa, yang ketika dilarutkan dalam air akan membentuk ion Na^+ dan $RCOO^-$. Molekul ion $RCOO^-$ memiliki sifat ujung yang berbeda di mana satu ujung larut dalam air dan ujung lain larut dalam kotoran.

Keberadaan ion dalam air akan memberikan kemampuan untuk menghantarkan listrik. Misalnya asam sulfat yang sebenarnya berbentuk molekul sering digunakan sebagai isi larutan akumulator. Hal itu dapat terjadi karena molekul asam sulfat terionisasi saat dalam air. Jika air dalam akumulator kering, maka fungsi akumulator untuk menjadi sumber listrik berhenti, karena asam sulfat kembali berbentuk molekul.

Bentuk partikel gas pada umumnya diatomik atau membentuk molekul unsur lainnya. Hal ini tidak berlaku pada gas mulia seperti helium, argon, neon dan kripton. Gas mulia berbentuk atom tunggal. Gas mulia sering digunakan sebagai pengisi bola lampu.

Latihan 4

1. Deskripsikan hubungan atom, ion dan molekul!
2. Apa yang dimaksud dengan anion dan kation berikan contohnya masing-masing tiga!
3. Sebutkan komponen yang menyusun air akumulator!
4. Kemukakan dengan menggunakan dengan simbol perbedaan antara molekul unsur molekul senyawa!
5. Buatlah daftar contoh molekul sederhana yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari!

Rangkuman

- Partikel materi merupakan bagian terkecil dari suatu materi yang masih memiliki sifat dari materi tersebut. Partikel tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Ada tiga jenis partikel materi, yaitu : atom, molekul dan ion.
- Atom merupakan partikel terkecil dari suatu unsur. Secara sederhana kita mengambarkan sebuah atom sebagai bola, seperti yang digambarkan Dalton.
- Molekul merupakan gabungan dari dua atau lebih atom sejenis atau berlainan yang membentuk ikatan kovalen. Molekul dapat berupa molekul unsur dan molekul senyawa.
- Molekul unsur yang merupakan gabungan dari dua buah atom disebut molekul diatomik.
- Atom atau molekul tidak memiliki muatan (muatannya netral). Bila atom atau molekul muatannya tidak netral, maka atom atau molekul yang bermuatan tersebut disebut ion.
- Kation bila atom atau molekul bermuatan positif, contoh : Na^+, K^+, NH_4^+, dan sebagainya. Anion bila atom atau molekul bermuatan negatif, contoh : Cl^-,F^-, OH^-, $SO_4^=$ dan sebagainya.
- Senyawa yang memiliki partikel penyusun berupa ion umumnya adalah kelompok garam seperti NaCl, $BaSO_4$.
- Bentuk partikel bahan bahan kimia yang ada di sekitar kita dapat berbentuk atom, molekul atau pun ion. Bahan kimia terkadang berubah bentuk partikelnya ketika dilarutkan ke dalam air. Beberapa molekul senyawa membentuk ion ketika larut dalam air.

Refleksi

Apa kamu tahu apa itu garam dapur ?

Zat yang berwarna putih berasa asin tersebut memiliki rumus kimia NaCl

Apa bentuk partikel materi dari NaCl ?

Apa bentuk partikelnya adalah ion?

Apa itu ion ?

Apa hubungan bentuk partikel NaCl dengan kemampuannya menghantarkan listrik?

Apa bentuk partikel berbeda sama dengan unsur penyusun suatu zat?

Apa unsur penyusun NaCl ?

Apakah NaCl terdiri dari unsur Na dan Cl ?

Apa bentuk partikel Na dan apa bentuk partikel Cl2 .

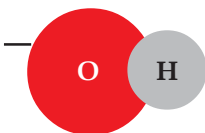
Apa yang membedakan bentuk partikel dari Na, Cl2 dan NaCl?

Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (×) pada huruf A, B, C, atau D di depan jawaban yang benar!

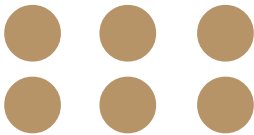
1. Zat yang memiliki bentuk partikel berupa atom adalah ....
   A. belerang
   B. hidrogen
   C. fosfor
   D. alumunium
   E. oksigen
2. Unsur yang membentuk molekul dengan gabungan 8 atom unsurnya adalah ....
   A. belerang
   B. hidrogen
   C. fosfor
   D. alumunium
   E. oksigen
3. Unsur yang membentuk molekul dengan gabungan 4 atom unsurnya adalah ....
   A. belerang
   B. hidrogen
   C. fosfor
   D. alumunium
   E. oksigen
4. Saat suatu atom kehilangan elektronnya maka akan terbentuk ....
   A. molekul
   B. ion
   C. ion positif
   D. ion negatif
   E. ion molekul
5. Bentuk partikel asam sulfat saat berada dalam air adalah ....
   A. molekul
   B. ion
   C. ion positif
   D. ion negatif
   E. ion molekul
6. Zat yang dilarutkan dalam air tetapi tetap berbentuk molekul dimiliki oleh ....
   A. gula
   B. garam
   C. asam sulfat
   D. amoniak
   E. sabun mandi
7. Bentuk partikel garam sebelum dilarutkan ke dalam air adalah ....
   A. molekul
   B. ion
   C. ion positif
   D. ion negatif
   E. ion molekul
8. Gambar berikut menunjukkan bentuk partikel ....

   –
   O H

   A. atom
   B. ion atom
   C. molekul unsur
   D. molekul senyawa
   E. ion molekul

9. Gambar berikut menunjukkan bentuk partikel ....

   A. atom
   B. ion atom
   C. molekul unsur
   D. molekul senyawa
   E. ion molekul

10. Bentuk molekul senyawa merupakan partikel materi dari gas ....
   A. hidrogen
   B. karbon dioksida
   C. nitrogen
   D. helium
   E. klor

11. Gambar berikut menunjukkan bentuk partikel ....

   A. atom
   B. ion atom
   C. molekul unsur
   D. molekul senyawa
   E. ion molekul

12. Zat berikut memiliki bentuk molekul diatomik, *kecuali* ....
   A. hidrogen
   B. nitrogen
   C. fosfor
   D. brom
   E. klor

13. Gas hidrogen memiliki bentuk partikel ....
   A. atom
   B. ion atom
   C. molekul unsur
   D. molekul senyawa
   E. ion molekul

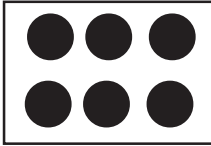
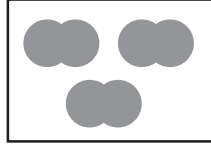
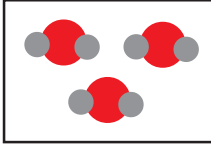
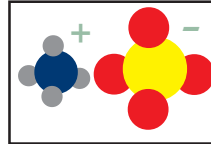
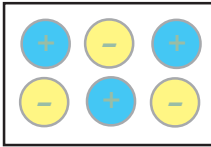
14. Garam dapur memiliki bentuk partikel ....
   A. atom
   B. ion atom
   C. molekul unsur
   D. molekul senyawa
   E. ion molekul

15. Bentuk molekul diatomik dimiliki oleh ....
   A. belerang
   B. fosfor
   C. gula
   D. amoniak
   E. flour

16. Gambar berikut menunjukkan bentuk partikel ....

A. atom
B. ion atom
C. molekul unsur
D. molekul senyawa
E. ion molekul

17. Gambar yang menunjukkan zat dengan partikel penyusun molekul unsur adalah ....

A.

D.

B.

E.

C.

18. Senyawa yang memiliki bentuk partikel ion adalah ....
A. amoniak
B. gula
C. asam sulfat
D. gas hidrogen
E. natrium klorida

19. Gas yang membentuk partikel berupa atom adalah gas ....
A. hidrogen
B. nitrogen
C. karbondioksida
D. argon
E. karbonmonoksida

20. Zat berikut memiliki partikel penyusun atom,kecuali ....
A. emas
B. helium
C. kripton
D. seng
E. gula

Bahan Kimia dalam Kehidupan Kita

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- mencari informasi tentang kegunaan dan efek samping bahan kimia dalam kehidupan sehari-hari;
- mengkomunikasikan informasi tentang kegunaan dan efek samping bahan kimia;
- mendeskripsikan bahan kimia alami dan bahan kimia buatan dalam kemasan yang terdapat dalam bahan makanan;
- mendeskripsikan sifat/pengaruh zat adiktif dan psikotropika;
- menghindarkan diri dari pengaruh zat adiktif dan psikotropika.

Peta Konsep

Bahan Kimia dalam Kehidupan Kita

dapat berupa

Bahan Kimia Rumah Tangga — berupa — Bahan pembersih; Bahan pemutih; Pembasmi serangga

Zat Aditif — ditambahkan pada — Makanan — dapat berupa — Pewarna makanan; Pemutih makanan; Pemanis; Pengawet

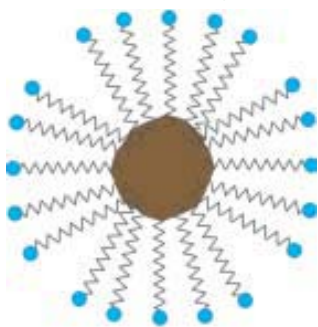
Zat Adiktif — merupakan — Zat/Bahan — yang menimbulkan — Kecanduan

Psikotropika — merupakan — Obat — yang — Disalahgunakan — dan menimbulkan — Kecanduan

Kegiatan manusia pada dasarnya adalah aktifitas kimia. Mulai kita makan, minum, mandi, mencuci piring, cuci pakaian bahkan saat kita tidur pun kita tak lepas dari bahan kimia, terutama jika banyak nyamuk disekitar kita dan menganggu nyenyaknya tidur. Seperti apa sebenarnya bahan kimia yang kita gunakan dalam semua kegiatan kita sehari-hari ? Apakah bahan-bahan yang kita pakai baik untuk kesehatan kita? Bilamana semua bahan yang kita pakai malah memperburuk kesehatan kita?

5.1 Bahan Kimia Rumah Tangga

Gambar 5.1 Beragam bahan kimia dalam rumah tangga
Sumber : Dokumentasi penulis

Gambar 5.2 Beragam pembersih
Sumber : Dokumentasi penulis

Gambar 5.3 Pengikatan kotoran oleh sabun
Sumber : Dokumentasi penulis

Kehidupan masyarakat modern tidak bisa lepas dari beragam bahan kimia seperti detergen, sabun mandi, shampoo, pembasmi serangga. (Gambar 5.1). Bahkan sejak bayi kita sudah mengenal bahan kimia tersebut. Coba kita perhatikan kegiatan ibu kita di rumah, mungkin diawali dengan bangun pagi lalu mandi menggunakan sabun mandi dan gosok gigi dengan odol atau sambil mencuci rambut dengan shampoo. Lalu mencuci pakaian dengan detergen dan mencuci piring dengan sabun cuci priring. Tak lupa pakaian digunakan pewangi dan pelembut. Rumah kita bersihkan dengan pembersih lantai dan pembersih kaca. Bahkan untuk kenyamanan tidur, kita menggunakan beragam bahan kimia untuk mengusir nyamuk dan serangga lainnya.

A. Bahan Pembersih

Biasanya kotoran yang melekat pada kulit, pakaian, atau benda lain yang berupa minyak, lemak, keringat, tanah dan sebagainya. Sifat dari zat pengotor pada umumnya adalah sukar larut dalam air, sehingga diperlukan zat lain untuk membantu melarutkannya, di sinilah fungsi kerja sabun atau detergen diperlukan bekerja sebagai pembantu melarutkannya.

Sabun dapat membersihkan kotoran karena sabun mengikat kotoran dalam bentuk emulsi. Emulsi terbentuk karena sabun memiliki gugus $RCOO^-$ yang mampu mengikat kotoran pada ujung non polar dan ujung COO^- yang bersifat polar larut dalam air (Gambar 5.3).

Kotoran yang terikat oleh sabun dan sabun yang larut dalam air menyebabkan kotoran tertarik dan lepas dari tempatnya dan larut terbawa air dan

sabun. Kotoran yang berbentuk emulsi dengan sabun akan dibuang saat pembilasan. Suatu kelemahan sabun adalah tidak dapat larut dalam air sadah (air yang mengandung ion Ca^{2+} atau Mg^{2+}), karena akan membentuk garam yang tidak larut dalam air.

Untuk menghindari cacat dari sabun ini, pada tahun 1916 Fritz Guther, mencoba mensintesa senyawa jenis lain yang bersifat pembersih seperti sabun yaitu detergen. Detergen dapat mengemulsi kotoran seperti sabun tetapi tidak mengendap bersama ion logam dalam air sadah.

Keuntungan lain penggunaan detergen adalah kemampuan pembersihnya jauh lebih cepat dibanding dengan sabun, sehingga akan menghemat waktu dan tenaga. Penggunaan detergen yang terlampau banyak akan mengganggu terhadap air karena tidak dapat diuraikan oleh organisme air. Di banyak negara industri, sungai dan danau permukaannya telah tertutup busa detergen, sehingga sungai dan danau tersebut tidak dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitarnya dan hal itu sangat memprihatinkan.

B. Bahan Pemutih

Salah satu bentuk senyawa klor yang digunakan sebagai pemutih adalah NaClO. NaClO memiliki kemampuan untuk mengikat susu atau zat yang biasanya menjadi pengotor. Penggunaan pemutih akan bekerja lebih efektif jika dalam keadaan suhu yang lebih tinggi, karena akan meningkatkan jumlah tumbukan sehingga reaksi lebih banyak dan lebih cepat terjadi. Namun hal yang harus diperhatikan adalah jangan pernah mencampur bermacam zat pembersih, karena hal itu akan menghasilkan reaksi samping yang menghasilkan gas-gas yang beracun seperti gas klor.

Jika kita menghisap gas klor maka kita akan mengalami iritasi pada alat-alat pernapasan kita bahkan jika dalam bentuk cairan maka kulit kita akan terbakar. Beruntung keberadaan gas ini dapat terdeteksi dengan cepat karena warna dan baunya ketika baru berjumlah 3,5 bpj, sebab jika sudah dalam jumlah 1000 bpj maka akan terjadi akibat yang fatal setelah beberapa kali bernafas saja. Untuk menghindari terbentuknya gas beracun ini hindarkan juga dari terkena sinar matahari. Untuk menggunakan zat pemutih ini sebaiknya baca peringatan yang terdapat pada label zat tersebut.

Gambar 5.4 Zat pemutih (a) dalam bentuk serbuk (b) dalam bentuk cair

Sumber : http://library.thinkquest.org/

C. Pembasmi serangga

Gambar 5.5 beragam pembasmi serangga

Sumber : Dokumentasi penulis

Bahan kimia pembunuh serangga disebut dengan insektisida. Bahan insektisida antara lain propoksur, diklorovinil dimetil pospat, dan siazinon. Insektisida tersebut sering kita gunakan untuk pembasmi kecoa, lalat, nyamuk, laba-laba, semut, rayap dan beragam serangga lain di rumah kita.

Pembasmi serangga yang kita gunakan memiliki beragam bentuk, bisa berupa cairan yang disemprot atau pun yang dibakar. Bahkan saat ini terdapat dalam bentuk obat nyamuk elektrik. (Gambar 5.5)

Berdasarkan bahan pembuatnya insektisida dapat digolongkan kedalam insektisida organoklor, insektisida organofosfor dan insektisida karbamat. Insektisida organoklor bila masuk dalam tubuh manusia akan larut dalam selaput lemak yang mengelilingi serat syaraf. Akibatnya, dapat menyebabkan penyakit tremor dan sawan. Senyawa organfosfor dan karbonat biasanya cepat terurai (1-10 minggu) menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Senyawa organoklor lebih stabil di lingkungan. Waktu yang dibutuhkan oleh senyawa organoklor menjadi separuhnya yaitu 2-4 tahun.

Insektisida sebenarnya adalah racun, sehingga saat digunakan bukan hanya serangga yang terpengaruh tetapi juga kita. Penggunaan insektisida memberikan efek samping berupa kekebalan pada serangga yang tidak terbunuh saat dikenai insektisida. Akibatnya, generasi serangga berikutnya menjadi kebal terhadap racun tersebut dan malah berkembang lebih pesat.

Latihan 5.1

1. Bagaimana cara kerja sabun dalam membersihkan kotoran ? Jelaskan!
2. Apa keunggulan dan kelemahan detergen dalam pencucian pakaian?
3. Sebutkan bahan yang digunakan sebagai pemutih pakaian dan apa efek samping penggunaannya?
4. Bahan apa saja yang biasa digunakan sebagai pembasmi serangga?
5. Beberapa produk obat nyamuk dilarang digunakan karena bersifat karsinogenik? Jelaskan apa yang dimaksud dengan karsinogenik? Beri contoh produk yang dilarang digunakan !

5.2 Zat aditif alami dan buatan

Dalam kehidupan sehari-hari makanan yang kita makan sering ditambahkan beragam zat lain agar memiliki daya tarik. Zat yang ditambahkan dapat berupa pewarna makanan, pewangi makanan, penambah cita rasa (manis, asin, asam, pedas, dan lain-lain), dan zat pengawet, untuk menjaga agar makanan tidak membusuk. Zat-zat yang ditambahkan dan dicampurkan dalam pengolahan makanan untuk meningkatkan mutu itu disebut *zat aditif makanan*.

A. Pewarna Makanan

Zat pewarna alam yang sering digunakan berasal dari daun pandan (warna hijau), kunyit (warna kuning), cabe (berwarna merah), dan wortel (karotein berwarna kuning merah). (Gambar 5.6). Jika kita ingin membuat kue berwarna coklat kita terkadang juga mengunakan serbuk biji coklat atau serbuk biji kopi.

Gambar 5.6 Pewarna lami (a) pandan (b) kunyit (c) wortel
Sumber : Dokumentasi penulis

Masalahnya adalah warna dari zat pewarna alam jumlahnya terbatas. Sulit bagi kita untuk menemukan pewarna alami berwarna biru atau pink. Hal ini membuat orang berusaha membuat zat pewarna buatan. Selain memiliki ragam warna yang banyak, pewarna buatan mempunyai kelebihan berupa kemudahan untuk disimpan dan lebih tahan lama (Gambar 5.7).

Gambar 5.7 Pewarna buatan
Sumber : Dokumentasi penulis

Zat pewarna buatan dapat berbentuk serbuk atau pun cairan kental. Saat penggunaan biasanya tinggal dicampurkan sedikit ke dalam bahan olahan makanan . Zat pewarna makanan tidak sama dengan zat pewarna untuk pakaian atau pewarna lain. Zat pewarna makanan tidak bersifat racun tetapi zat pewarna pakaian dan benda-benda pada umumnya bersifat racun, khususnya bagi manusia dan hewan. Sayang sekali faktor ekonomi di Indonesia membuat maraknya pembuatan makanan atau jajanan dengan bahan pewarna tekstil yang berbahaya.

Di Indonesia penggunaan zat pewarna makanan sesuai Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI tanggal 22 Oktober 1973 No 11332/A/SK/73, tetapi dalam surat itu tidak tercantum dosis penggunaan yang diperkenankan Karena walaupun aman dikonsumsi tetap saja jumlahnya tidak boleh berlebih. Berikut beberapa pewarna buatan dan kadar yang diperbolehkan untuk dikonsumsi pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Jumlah Maksimum Zat Pewarna yang Diperkenankan untuk Dikonsumsi

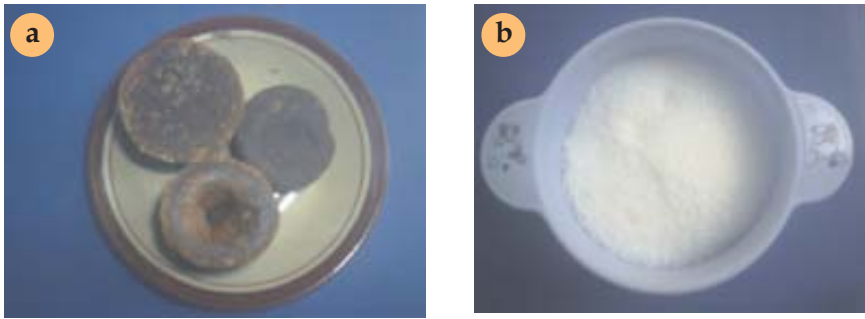
Zat Pewarna	Jumlah Per kg Berat Badan
FD dan Yellow No 5 (kuning jingga)	7,5 mg
FD dan yellow No 6 (jingga kekuningan)	5,0 mg
FD dan Red No 2 (merah lempuyang)	1,5 mg
FD dan C Red No 3 (merah berflouresensi)	1,25 mg
FD dan C Blue No 1 (hijau kebiruan)	12,5 mg
FD dan C Blue No 2 (biru indigo)	2,5 mg
FD dan C Green No 3 (hijau tua)	12,5 mg

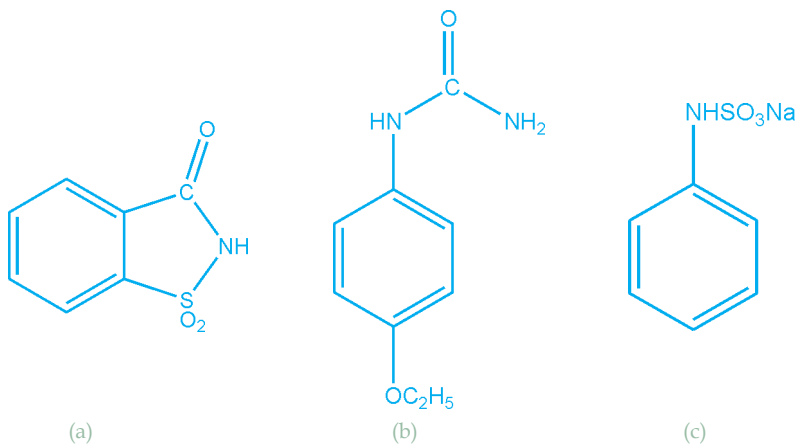
B. Zat Pemutih Makanan

Selain zat pewarna makanan kita mengenal zat pemutih makanan. Misalnya oksida klor, hidrogen peroksida, benzoil peroksida, dan lain-lain. Zat pemutih ini baik untuk memperbaiki warna bahan makanan tanpa merusak komposisi bahan makanan. Contoh tepung yang masih baru biasanya berwarna kuning kecoklat-coklatan atau kuning keabu-abuan. Zat-zat pemutih tersebut dapat digunakan untuk memutihkan tepung tadi. Hidrogen peroksida biasa digunakan untuk memutihkan warna susu yang digunakan untuk membuat keju.

Ada zat pemutih yang memiliki fungsi ganda yaitu sebagai pemutih zat makanan juga sebagai pereaksi untuk menjadikan bahan makanan itu larut dalam air. Misalnya, natrium hipoklorit digunakan agar pati yang tidak larut dalam air menjadi larut dalam air.

C. Zat Pemanis

Gula baik yang terbuat dari tebu maupun dari enau atau kelapa diuraikan dalam tubuh manusia menjadi glukosa. Glukosa ini dioksidasi oleh oksigen menjadi gas CO_2 dan H_2O disertai dengan kalor atau tenaga. Jadi, gula selain rasanya manis juga dibutuhkan oleh manusia.

Gambar 5.8 pemanis alami (a) gula merah (b) gula putih
Sumber : Dokumentasi penulis

Ada zat pemanis yang tidak menghasilkan kalori misalnya sakarin, kalsium, natrium dan atau magnesium siklamat, dan dulsin.(Gambar 5.9). Rasa manis pemanis gram siklamat 30 kali lebih manis dari gula tebu, sedangkan sakarin mempunyai kemanisan sampai 800 kali. Zat-zat pemanis semacam ini sangat menolong orang-orang yang mengidap penyakit gula (diabetes).

Gambar 5.9 Pemanis buatan (a) sakarin (b) dulsin (c) natrium siklamat

Garam-garam siklamat (gambar 5.10), sudah tidak diperkenankan lagi penggunaannya di Amerika Serikat, mengingat diperkirakan bersifat karsinogen (penyebab kanker). Hasil metabolisme siklamat merupakan senyawa yang bersifat karsinogenik. Hasil penelitian pada tikus menunjukkan ada kemungkinan besar bahwa pembuangan senyawa ini melalui urine dapat merangsang tumbuhnya tumor dalam kandung kemih.

Gambar 5.10 Garam siklamat
Sumber : Dokumentasi penulis

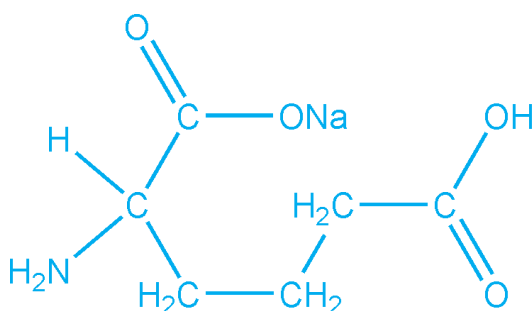
D. Zat Cita Rasa Makanan

Gambar 5.11 Cabe merah

Sumber : Dokumentasi penulis

Cabe merah sering digunakan sebagai bumbu masakan. Selain warnanya yang membuat makanan tampak lebih menarik, bagi beberapa orang makanan rasanya tak sedap jika tak berasa pedas. Yang termasuk dalam peningkat cita rasa makanan adalah bumbu-bumbuan. Selain cabe bumbu masakan yang alami antara lain pala, merica, laos, kunyit, ketumbar dan masih banyak lagi. Tetapi dari segi pandang kesehatan, terlalu banyak bumbu-bumbuan dalam makanan sebenarnya tidak baik.

(a)

O
C — ONa
H
C
H$_2$N
H$_2$C — CH$_2$
H$_2$C — C
OH
O

(b)

Gambar 5.12 Mono sodium Glutamat (a) produk di pasaran (b) struktur senyawa

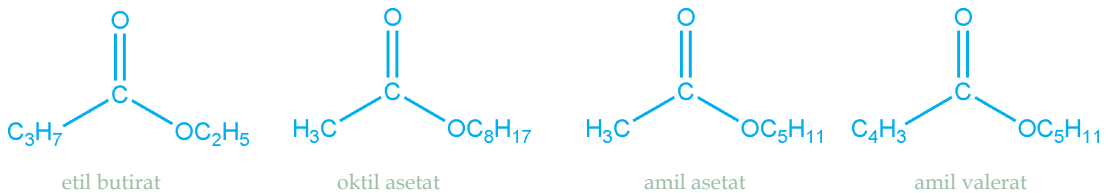
Sumber : Dokumentasi penulis

Gambar 5.13
Citarasa buah-buahan

Sumber : Dokumentasi penulis

Ada zat penyedap yang dibuat oleh manusia, misalnya monosodium glutamat atau vetsin dan cuka. Bahan-bahan ini tidak mempunyai cita rasa dari komponen-komponen yang terdapat di dalam makanan. Monosodium glutamat merupakan asam amino karboksilat yang diperlukan tubuh kita untuk pembentukan protein. Walaupun demikian, penggunaan monosodium glutamat yang berlebihan dapat menimbulkan penyakit bagi manusia dan hewan.

Zat cita rasa minuman buatan biasanya diupayakan agar memiliki rasa seperti buah-buahan. Baik memiliki rasa seperti rasa nanas, pisang, apel dan lain-lain. Pecitarasa buatan tersebut biasanya dikemas dalam bentuk cairan dalam botol dan dapat sekaligus merupakan pewarna.(Gambar 5.13). Minuman-minuman semacam itu biasanya berkalori rendah dan kurang mengandung gizi. Bahkan terlalu banyak minum-minuman sintetik dapat mengurangi kesehatan badan.

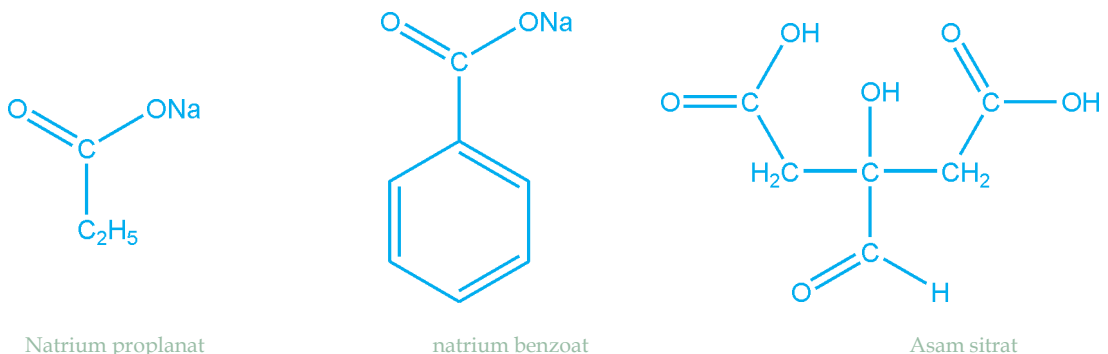
Pembuatan pecitarasa buah-buahan biasanya diperoleh dari reaksi esterifikasi. Hasil esterifikasi dapat berupa etil butirat yang memiliki bau nanas dan oktil asetat dengan bau buah jeruk. Bau buah pisang dihasilkan oleh senyawa amil asetat dan bau buah apel dihasilkan oleh senyawa amil valerat. Struktur beberapa senyawa tersebut tampak pada Gambar 5.14.

Gambar 5.14 Struktur kimia beberapa bau buah-buahan

E. Zat Pengawet

Zat pengawet sangat berguna untuk melindungi bahan makanan agar tidak cepat membusuk, mengurai atau terkena hama, atau terserang bakteri. Sebagai zat pengawet, gula dan garam sudah lama diketahui orang. Contohnya manisan atau asinan buah-buahan dan ikan asin.

Zat pengawet yang digunakan untuk makanan kaleng antara lain natrium benzoat, natrium nitrat (sendawa), dan asam sitrat. Zat pengawet untuk buah-buahan dalam kaleng antara lain gula. Natrium benzoat digunakan di dalam makanan dan minuman yang berasa asam. Natrium dan kalsium propinoat dapat digunakan untuk mencegah hama berupa binatang kapang pada roti dan kue kering. Sedangkan asam sorbat digunakan untuk mencegah kapang dalam keju.

Etilen oksida dan etil format adalah bahan fumigasi yang digunakan untuk menghilangkan hama dari bumbu-bumbuan, kacang-kacangan, dan buah-buahan kering.

Terlalu banyak makan makanan yang mengandung zat pengawet akan mengurangi daya tahan tubuh terhadap serangan berbagai penyakit.

Gambar 5.15 Struktur kimia beberapa pengawet

Minyak dan lemak akan menjadi tengik bila disimpan lama. Ketengikan minyak disebabkan karena oksidasi dari udara. Untuk mencegah ketengikan minyak biasanya digunakan antioksidan. Contoh antioksidan adalah butil hidroksi anisol (BHA) dan butil hidroksitoluena (BHT)

Bahan pengawet yang marak digunakan saat ini adalah formalin. Formalin sebenarnya digunakan dalam proses pengawetan mayat atau pembuatan mummi. Formalin merupakan larutan formaldehida dalam air.

Formalin sangat membahayakan. Saat formalin masuk dalam tubuh biasanya tidak dapat lagi dikeluarkan. Formalin dalam tubuh akan bereaksi dengan semua zat-zat dalam sel. Sel yang telah mengikat formalin akan mati dan tubuh kita mengalami keracunan. Keracunan formalin akan ditandai dengan muntah-muntah, diare campur darah atau berupa kencing berdarah. Gangguan peredaran darah akibat formalin juga dapat menimbulkan kematian.

Latihan 5.2

1. Sebutkan bahan kimia yang sering digunakan dalam pembuatan makanan dan minuman !
2. Dari uraian tentang zat aditif pada makanan itu, bagaimana pendapatmu tentang penggunaan zat aditif?
3. Jelaskan fungsi dan efek samping penggunaan formalin sebagai pengawet makanan!
4. Tentukan efek samping bahan kimia yang terdapat pada kemasan makanan di samping ini!
5. Jelaskan bahan-bahan kimia alami dan bahan-bahan kimia buatan yang dapat digunakan sebagai bahan pewarna, pemanis, pengawet dan penyedap yang terdapat dalam bahan makanan kemasan!

Gambar 5.16 beragam bentuk obat terlarang

Sumber : http://www.ci.fargo.nd.vs/

5.3 Zat Adiktif dan Psikotropika

Baru-baru ini terdengar bahwa anak tingkat sekolah dasar mulai mengkonsumsi obat terlarang? Bagaimana hal itu bisa terjadi? Karena mereka belum mengenal hal-hal seperti itu? Hal itu mungkin juga bisa terjadi pada kita, dengan diiming-imingi bahwa ini bukan obat terlarang tapi vitamin, atau obat flu atau obat yang akan membuat otak kita jadi pintar untuk menghadapi ulangan atau semacamnya. Karena para pengedar berupaya mengubah bentuk-bentuk dari tampilan obat terlarang tersebut, sehingga kita tidak dapat mengenalinya dengan baik dan tampak seperti pil obat biasa atau vitamin.

A. Kriteria NAPZA

NAPZA atau singkatan dari Narkotika, psikotropika dan zat adiktif. NAPZA merupakan kelompok obat dan zat yang memberikan efek buruk bagi penggunanya. Narkotika berbeda dengan psikotropika dan zat adiktif.

Narkotika adalah zat yang dapat menyebabkan penurunan atau perubahan kesadaran, hilangnya rasa nyeri dan menimbulkan ketergantungan. Zat itu dapat berasal dari tanaman atau pun merupakan hasil sintesis. Zat yang tergolong dalam narkotika antara lain opium, morfin, heroin, ganja, kokain dan metadon.

Psikotropika adalah zat yang memiliki pengaruh tertentu terhadap tubuh. Zat ini biasanya digunakan dalam bidang kedokteran untuk tujuan tertentu. Diantaranya amfetamin yang digunakan sebagai pengurang depresi dan pengendali nafsu makan. Amfetamin disebut juga dengan shabu-shabu. Psikotropika lain yang banyak di salah gunakan adalah MDMA atau lebih dikenal dengan *ectasy*.

Gambar 5.17 Beberapa zat adiktif (a) rokok (b) alkohol (c) kopi
Sumber : Image Bank 2006

Zat adiktif adalah zat yang bukan termasuk obat terlarang. Tetapi penggunaannya dalam jumlah berlebih akan menganggu kesehatan. Selain itu ciri utama zat adiktif adalah menimbulkan kecanduan bagi pemakainya. Termasuk kedalam golongan zat adiktif adalah rokok, alkohol, lem kayu, dan kopi.

B. Efek Penggunaan NAPZA

Jangan pernah mencobanya walaupun sekali, karena penggunaannya dapat menimbulkan gangguan-gangguan pada badan dan jiwa seseorang. Penyalahgunaan zat/obat tersebut akan mengakibatkan perubahan-perubahan pada pikiran, perasaan, tingkah laku, dan fungsi motorik pada otot-otot. Akibat yang timbul pada pemakai narkotika, obat dan zat berbahaya adalah keracunan, kecanduan/ketergantungan, dan kematian.

1. Keracunan

Keracunan bisa terjadi karena pemakaian yang melebihi takaran atau pemakaian yang salah. Gejala keracunan yang terjadi pada penyalahgunaan berbeda-beda tergantung pada jenis obat yang dikonsumsi.

Keracunan heroin ditunjukkan dengan menyempitnya pupil mata, adanya perubahan perasaan yaitu rasa gembira dan hilangnya rasa tertekan, pernapasan menjadi lambat, kram pada saluran pencernaan, susah buang air besar, gerakan badan lambat, adanya rasa mengantuk, bicaranya cadel, tidak dapat memusatkan perhatian, tidak menyadari kenyataan. Bagi yang belum berpengalaman menyalahgunakannya menimbulkan rasa tidak enak atau takut bukan rasa gembira. Pada keracunan yang berat, akan terjadi kematian karena berhentinya pernapasan.

Gejala keracunan kokain berupa denyut jantung cepat, pupil mata melebar, tekanan darah naik, muntah-muntah, rasa gembira sekali tanpa alasan, banyak berbicara, merasa segar,merasa dirinya hebat.

Keracunan obat terlarang jenis ganja ditandai dengan denyut jantung cepat, gembira tanpa alasan, timbulnya gangguan ingatan jangka pendek, terganggunya daya konsentrasi, reaksi terhadap sinar dan suara menjadi lambat, mulut dan tenggorokan terasa kering dan mata menjadi merah. Pemakaian ganja dalam jumlah banyak membuat orang jadi dungu, gerakannya lambat, tidak menyadari keadaan sekitarnya. Pemakai ganja yang belum berpengalaman akan mengalami perasaan-perasaan seperti takut mati, cemas, gelisah, tertawa tanpa alasan, banyak bicara, mengantuk dan akhirnya tertidur.

Penggunaan shabu-shabu akan menunjukkan gejala keracunan seperti muka menjadi merah, rasa gembira tanpa alasan, rasa harga diri meningkat, agresif, banyak bicara, denyut jantung cepat, tekanan darah naik, rasa mual dan muntah. Pada keracunan yang berat (dosis tinggi) muka menjadi pucat, berkeringat dingin, kejang-kejang dan kehilangan kesadaran (koma) dan bisa mengakibatkan kematian.

2. Kecanduan

Penyalahgunaan zat/obat yang terus-menerus bisa mengakibatkan terjadinya toleransi terhadap zat tersebut. Ini berarti bahwa untuk mendapatkan efek zat yang sama, dosisnya harus ditingkatkan terus-menerus. Karena itu peminum makin lama akan semakin kecanduan alkohol.

Tahap dimana seseorang sudah membutuhkan jumlah zat yang sangat besar dan menimbulkan keluhan yang berat bila tidak menggunakannya maka dikategorikan sudah mengalami kecanduan. Keluhan atau gejala-gejala yang timbul pada saat penyalahguna menghentikan zat/obat, disebut gangguan putus obat (*sindrom abstinensia*).

Saat pecandu heroin jika tidak mendapatkan obat dalam waktu 4 - 6 jam kemudian akan mengatakan bahwa ia merasa sakit dan tampak sangat gelisah, kemudian tertidur nyenyak, waktu bangun ia makin gelisah dan merasa tidak enak badan. Puncak efek kecanduan terjadi sesudah 12 - 16 jam, berupa pengeluaran keringat berlebih, hidung dan mata berair, menguap terus-menerus, bersin-bersin, demam, gemetaran, seperti seseorang yang sedang menderita influenza yang berat. Orang tersebut juga mengalami pelebaran pupil mata, merinding, tekanan darah sedikit naik, denyut jantung menjadi

cepat, mencret-mencret (diare), tidak bisa tidur. Pecandu merasakan rasa sakit yang luar biasa seperti pada tulang, persendian dan otot. Semua gejala akan sangat menyiksa, sehingga menimbulkan dorongan yang sangat kuat untuk menggunakan kembali obat tersebut.

Pada seseorang yang kecanduan kokain bila tidak mengkonsumsi kokain biasanya secara fisik tidak begitu kelihatan. Ketergantungan akibat kokain cenderung berupa gangguan mental atau kejiwaan yang kuat sekali. Bila keinginan menggunakan zat/obat tidak segera dipenuhi si pemakai akan menjadi: gugup, gemetar, tak dapat tidur, nafsu makan turun, akhirnya menjadi lemah dan lesu.

Kecanduan ganja berupa gangguan mental. Gangguan mental yang timbul berupa keinginan yang kuat sekali untuk menggunakan ganja. Bila keinginan ini tidak dipenuhi maka si pemakai akan gelisah, gugup, tidurnya terganggu.

Kecanduan shabu-shabu dapat menimbulkan gangguan baik secara fisik maupun mental. Gejala kecanduan yang terjadi berupa rasa mengantuk, murung, tenggorokan kering, lelah dan lesu, keinginan makan yang besar, tidurnya terganggu dengan banyak mimpi-mimpi.

Kecanduan alkohol menunjukkan gejala ketergantungan mental maupun fisik. Gejala yang timbul ialah: mual, muntah, lesu, denyut jantung cepat, tekanan darah naik, dan akhirnya turun, banyak berkeringat, cemas, mudah tersinggung, kehilangan daya ingatan, halusinasi pendengaran dan penglihatan, dapat juga terjadi kejang-kejang.

Pada pemakaian alkohol yang terus-menerus serta dalam dosis yang tinggi akan mengakibatkan kepikunan dan akan merusak berbagai organ tubuh seperti lambung, hati, pankreas, jantung, dan lain-lain.

Penggunaan obat terlarang biasanya diawali dengan perilaku merokok. Rokok memang memiliki efek menenangkan terhadap saraf. Tetapi seperti halnya zat adiktif lainnya rokok juga memberi efek kecanduan.

Nikotin dalam rokok dapat menyebabkan kanker paru-paru. Hal ini membuat fungsi paru-paru yang merupakan tempat masuknya oksigen terganggu. Akibatnya semua fungsi organ tubuh akan terganggu.

Adanya kecanduan terhadap obat terlarang ini membuat seorang pecandu sukar meninggalkan kebiasaannya. Untuk mengatasi penderitaannya, para pecandu itu akan berusaha untuk mendapatkan zat/obat yang dibutuhkannya dengan cara apapun. Bahkan seringkali ditempuh dengan jalan kekerasan antara lain mencuri, merampok, menodong, dan sebagainya.

C. Cara Menghindari Penggunaan NAPZA

Gerbang penggunaan NAPZA adalah rokok. Untuk menghindari agar kita tidak terlibat penyalahgunaan maka langkah awal adalah hindari merokok. Seseorang yang tergantung pada rokok untuk meningkatkan kepercayaan diri dan ketenangan pikirannya maka saat dalam situasi yang membingungkan saat menghadapi masalah akan lari pada NAPZA.

Kebanyakan anak yang menggunakan NAPZA diawali dari salah pergaulan. Pergaulan dengan teman-teman pengguna NAPZA akan menarik kita untuk menggunakan juga. Berawal dari coba-coba atau karena gengsi dan takut dikatakan ketinggalan zaman atau takut dianggap pengecut berakhir dengan kecanduan. Jauhi teman-teman yang kamu ketahui menggunakan obat terlarang!

Hindari juga tempat yang rawan pengedaran obat terlarang seperti diskotik. Hanya orang yang sedang menggunakan obat terlarang yang dapat menikmati suara hiruk pikuk dan lampu gemerlap diskotik. Bukan hal yang mustahil walaupun kamu hanya memesan es jeruk di diskotik, salah satu pengedar memasukan obat terlarang tersebut dalam minumanmu. Jika kamu sudah menikmati efek narkoba maka mau tidak mau kamu akan terjerumus.

Pencegahan terhadap jebakan NAPZA bagi kawula muda yang paling efektif adalah keluarga yang harmonis. Dengan adanya keterbukaan dalam keluarga maka takkan ada anak yang lari dari masalah dan terjerumus dalam narkoba. Benteng yang paling kukuh untuk melindungi generasi muda adalah pembangunan iman yang kokoh. Pembangunan iman tersebut harus diawali dari keluarga, diikuti oleh bimbingan dari sekolah dan lingkungan sekitar.

Latihan 5.3

1. Apa yang dimaksud dengan narkotika? Beri contoh zat yang termasuk narkotika!
2. Zat apa yang termasuk dalam kategori psikotropika? Beri contoh zat yang termasuk zat psikotropika!
3. Bilamana suatu zat termasuk dalam zat adiktif ? Zat apa saja yang biasa tergolong dalam zat adiktif?
4. Apa tanda-tanda seseorang mengalami kecanduan NAPZA?
5. Jelaskan dampak negatif rokok dan minuman keras bagi kesehatan manusia!

Rangkuman

- Bahan kimia di rumah tangga dapat berupa bahan pembersih seperti sabun dan detergen, bahan pemutih dan bahan pembasmi serangga.
- Pada makanan sering ditambahkan beragam zat alami dan buatan untuk meningkatkan mutu dan cita rasa makanan yang disebut sebagai zat aditif. Zat tersebut antara lain berupa pewarna makanan, pemutih makanan, pemanis makanan, zat cita rasa, dan pengawet.
- NAPZA atau singkatan dari Narkotika, psikotropika dan zat adiktif. NAPZA merupakan kelompok obat dan zat yang memberikan efek buruk bagi peng-gunanya.
- Narkotika adalah zat yang dapat menyebabkan penurunan atau perubahan kesadaran, hilangnya rasa nyeri dan menimbulkan ketergantungan. Zat itu dapat berasal dari tanaman ataupun merupakan hasil sintesis. Zat yang tergolong dalam narkotika antara lain opium, morfin, heroin, ganja, kokain, dan metadon.

- Psikotropika adalah zat yang memiliki pengaruh tertentu terhadap tubuh. Zat ini biasanya digunakan dalam bidang kedokteran untuk tujuan tertentu. Diantaranya amfetamin yang digunakan sebagai pengurang depresi dan pengendali nafsu makan.
- Zat adiktif adalah zat yang bukan termasuk obat terlarang. Tetapi penggunaannya dalam jumlah berlebih akan menganggu kesehatan. Selain itu ciri utama zat adiktif adalah menimbulkan kecanduan bagi pemakainya. Termasuk ke dalam golongan zat adiktif adalah rokok, alkohol, lem kayu, dan juga kopi.
- Akibat yang timbul pada pemakai narkotika, obat, dan zat berbahaya adalah keracunan, kecanduan/ketergantungan, dan kematian.
- Pencegahan terhadap NAPZA dapat berupa pembentukan keluarga harmonis, penebalan iman, dan perbaikan lingkungan.

Refleksi

Saat kamu bangun tidur lalu mandi, mencuci rambut dan gosok gigi. Kemudian kamu menggunakan seragam yang bersih dan wangi. Lalu kamu pakai deodorant, bedak dan minyak wangi. Tak lupa kamu sarapan nasi kuning yang gurih dan lezat.

Bahan kimia apa saja yang terlibat dalam kegitan tersebut?

Bagaimana sifat dan kegunaan dari bahan kimia yang digunakan?

Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (×) pada huruf A, B, C, atau D di depan jawaban yang benar!

1. Kelemahan sabun sebagai pembersih adalah ....
   A. tidak dapat membersihkan tanah
   B. tidak dapat membersihkan lemak
   C. tidak dapat membersihkan lemak
   D. tidak bekerja dalam air sadah
   E. menghasilkan busa yang tidak terurai organisme
2. Bahan kimia berikut berfungsi sebagai pemutih pakaian adalah ....
   A. RCOONa
   B. NaCl
   C. NaClO
   D. NH_4OH
   E. H_2O_2
3. Zat buatan yang digunakan sebagai pecitarasa makanan adalah ....
   A. kunyit
   B. pala
   C. cabe
   D. vetsin
   E. merica

4. Bau minuman akan menghasilkan bau nanas bila ditambahkan pecitarasa ....
   A. amil asetat
   B. etil asetat
   C. etil butirat
   D. oktil asetat
   E. amil valerat
5. Zat pengawet merupakan bahan alami yang diambil dari buah suatu tumbuhan adalah ....
   A. garam
   B. gula
   C. asam
   D. formalin
   E. sendawa
6. Bahan ini sebenarnya adalah pengawet yang digunakan untuk mengawetkan mayat dan berbahaya jika termakan. Pengawet tersebut adalah ....
   A. etil format
   B. etilen oksida
   C. natrium nitrat
   D. natrium benzoat
   E. formalin
7. Warna merah lempunyang pada makanan akan dihasilkan jika makanan dicampur dengan pewarna ....
   A. FD dan Yellow No 5
   B. FD dan yellow No 6
   C. FD dan Red No 2
   D. FD dan C Red No 3
   E. FD dan C Green No 3
8. Zat yang berfungsi sebagai pemutih makanan adalah ....
   A. RCOONa
   B. NaCl
   C. NaClO
   D. NH_4OH
   E. H_2O_2
9. Zat berikut merupakan pemanis buatan, *kecuali* ....
   A. sakarin
   B. dulsin
   C. magnesium siklamat
   D. natrium siklamat
   E. natrium glutamat

10. Bahan yang termasuk zat adiktif adalah ....
    A. heroin
    B. amfetamin
    C. alkohol
    D. kokain
    E. morfin
11. NAPZA yang merupakan kelompok psikotropika adalah ....
    A. heroin
    B. shabu-shabu
    C. alkohol
    D. kokain
    E. morfin
12. Bahan pengawet yang digunakan untuk mencegah timbulnya bau tengik pada minyak adalah ....
    A. formalin
    B. butil hidroksitoluena
    C. asam sitrat
    D. natrium benzoate
    E. etilen oksida
13. Pengawet berikut biasa digunakan dalam makanan kaleng, *kecuali* ....
    A. natrium benzoat
    B. natrium nitrat
    C. asam sitrat
    D. sendawa
    E. natrium propionat
14. Roti biasanya diberi tambahan pengawet berupa ....
    A. natrium benzoat
    B. natrium nitrat
    C. asam sitrat
    D. sendawa
    E. natrium propionat
15. Untuk menghilangkan hama dari buah-buahan biasanya diberi pengawet berupa ....
    A. BHT
    B. BHA
    C. etilen oksida
    D. natrium propalat
    E. asam sitrat

16. Berikut merupakan efek samping yang merugikan dalam penggunaan garam siklamat, *kecuali* ....
    A. bersifat karsinogenik
    B. menyebabkan kanker
    C. menurunkan gula darah
    D. merangsang tumbuhnya tumor
    E. mengganggu kandung kemih
17. Pemutih makanan yang memiliki fungsi membuat pati larut dalam air adalah ....
    A. hidrogen peroksida
    B. oksida klor
    C. benzoil peroksida
    D. natrium hipoklorit
    E. kalsium hipoklorit
18. Pewarna alami yang juga memberikan tambahan nilai gizi pada makanan adalah ....
    A. daun pandan
    B. wortel
    C. kopi
    D. cokelat
    E. cabe merah
19. Berikut ini merupakan bahaya penggunaan insektisida sebagai pembasmi serangga, *kecuali* ....
    A. membuat serangga imun
    B. membuat serangga mati
    C. menganggu pernafasan manusia
    D. sulit dinetralisir
    E. bersifat racun bagi manusia
20. Efek samping penggunaan detergen adalah ....
    A. membersihkan pakaian
    B. membersihkan air sadah
    C. menimbulkan endapan
    D. mencemari air
    E. menghasilkan busa

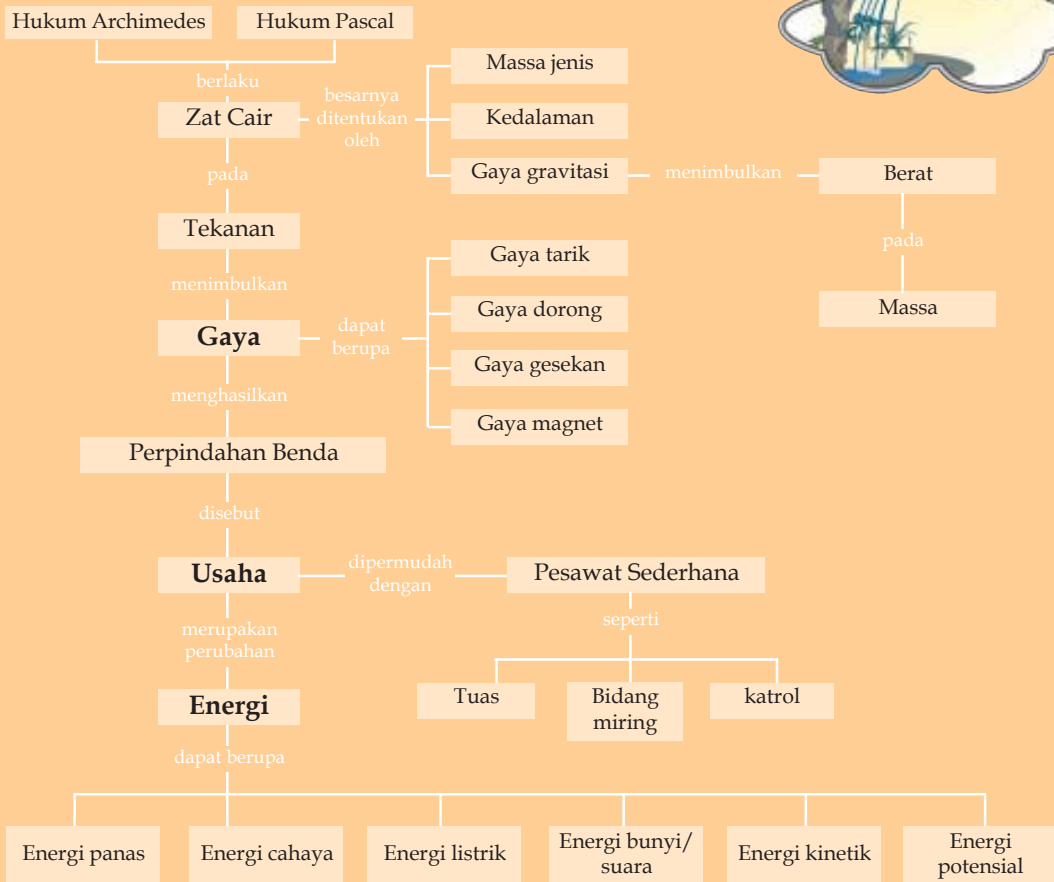
Bab 6

Gaya, Usaha, dan Energi

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- mengidentifikasi jenis-jenis gaya, penjumlahan gaya dan pengaruhnya pada suatu benda yang dikenai gaya;
- menerapkan hukum Newton untuk menjelaskan berbagai peristiwa dalam kehidupan sehari-hari;
- menjelaskan hubungan bentuk energi dan perubahannya, prinsip "usaha dan energi" serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari;
- melakukan percobaan tentang pesawat sederhana dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari;
- menyelidiki tekanan pada benda padat, cair, dan gas serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

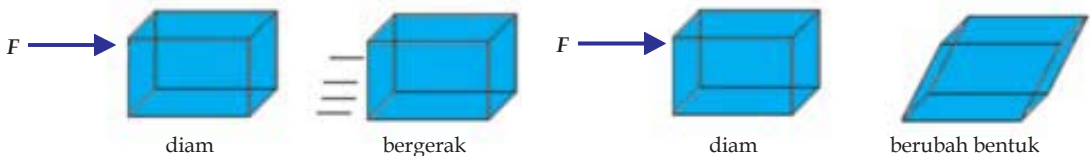
Peta Konsep

Kehidupan kita tak pernah lepas dari suatu pengaruh gaya yaitu gaya gravitasi. Kita pun akan mengatakan paku tertarik oleh suatu magnet karena adanya gaya magnet. Apakah istilah gaya gravitasi dan gaya magnet sama dengan gaya pakaian? Kita juga sering mendengar istilah usaha atau kerja untuk semua bentuk pekerjaan, baik dalam pekerjaan yang memerlukan otot ataupun yang memerlukan pikiran. Dalam ilmu fisika pengertian usaha atau kerja digunakan memiliki arti yang berbeda. Apa itu gaya, usaha dan energi menurut pandangan fisika? Mari kita pelajari dalam bab ini.

6.1 Gaya

Gambar 6.1 Beragam gaya dalam kehidupan

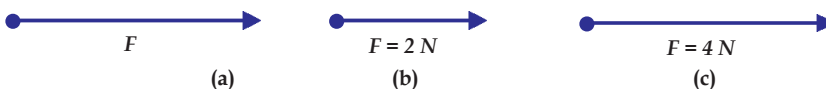
http://www.windows.ucar.edu/

Peristiwa alam itu menunjukkan bahwa suatu benda bergerak atau berhenti karena pengaruh dari luar, pengaruh dari luar ini disebut gaya. Apel terjatuh karena adanya gaya gravitasi. Listrik dan magnet pun dapat membuat benda bergerak. Gaya adalah sesuatu yang berupa tarikan atau dorongan. Seseorang dapat mengangkat beban karena tarikan dan relaksasi dari otot-otot tubuhnya.

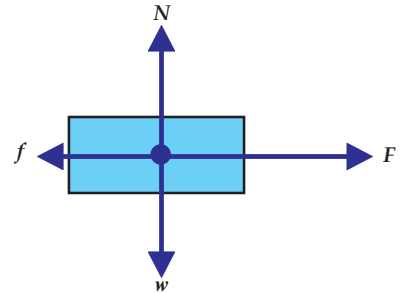
Adanya gaya berupa tarikan dan dorongan akan menimbulkan perubahan-perubahan pada benda yang dikenai gaya. Perubahan oleh gaya dapat berupa benda diam menjadi bergerak, benda bergerak menjadi diam, bentuk dan ukuran benda berubah atau berupa perubahan arah gerak benda.

Gambar 6.2 pengaruh gaya

Sumber : Dokumentasi penulis

A. Vektor dan Resultan Gaya

Gaya merupakan besaran vektor, yaitu besaran yang memiliki nilai dan arah. Karena mempunyai arah, gaya digambarkan seperti anak panah. Besar gaya dinyatakan dengan panjang anak panah, arah gaya ditunjukkan dengan arah anak panah dan gaya dilambangkan dengan F. (Gambar 6.3(a)) Satuan gaya dalam SI adalah Newton (N), dalam sistem cgs satuan gaya adalah dyne (1 N = 100.000 dyne = 10^5 dyne).

Gambar 6.3 Gambaran gaya sebagai besaran vektor

Panjang tanda panah menunjukkan besarnya gaya, misalkan gaya sebesar 2 newton digambarkan sebagai Gambar 6.3(b), maka gaya sebesar 4 newton akan memiliki panjang dua kalinya seperti pada gambar 6.3(c).

Pada suatu benda dapat bekerja beragam gaya seperti gaya berat (w), gaya normal (N), gaya dorong (F) dan gaya gesekan (f). Jika arah kerja gaya berlainan maka pada benda tersebut akan digambarkan seperti pada Gambar 6.4. Pada Gambar 6.4 terlihat arah gaya F berlawanan dengan f, dan w berlawanan dengan N. Hal itu menunjukkan arah gaya tersebut memiliki kerja yang saling berlawanan.

Gambar 6.4 Gambaran gaya yang bekerja pada benda

Beberapa gaya yang bekerja pada suatu benda dalam satu garis kerja dapat diganti oleh sebuah gaya yang dinamakan *resultan gaya*. Besarnya resultan gaya sama dengan jumlah aljabar gaya-gaya tersebut secara matematis ditulis:

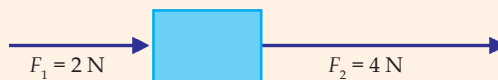
$$F_R = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n$$

Untuk memudahkan perhitungan, berikan *tanda positif* (+) untuk gaya yang arahnya ke *kanan* atau ke *atas* dan *tanda negatif* (-) untuk gaya-gaya yang arahnya ke kiri atau ke bawah.

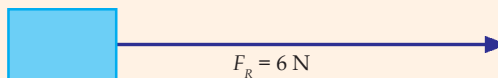
Jika dua atau beberapa gaya memiliki arah yang sama maka resultan gaya akan semakin besar dan tanda panah dari gaya akan semakin panjang.

Contoh soal

Tentukan resultan gaya berikut :

$F_1 = 2$ N $\quad$ $F_2 = 4$ N

Penyelesaian :

$F_R = F_1 + F_2 = 2\text{ N} + 4\text{ N} = 6\text{ N}$

Dan digambarkan sebagai :

Jika dua atau lebih gaya memiliki arah yang berlawanan maka resultan gaya akan mengecil dan arah gaya ditentukan oleh gaya yang lebih besar.

Contoh soal

Tentukan resultan gaya berikut.

$F_1 = 2$ N $F_2 = 4$ N

Penyelesaian :

$F_R = F_1 - F_2 = 2\text{ N} - 4\text{ N} = -2\text{ N}$

Tanda negatif menunjukkan arah gaya ke arah kiri, seperti berikut.

$F_R = 2$ N

B. Berat dan Massa

Berat benda adalah gaya tarik bumi yang bekerja pada benda tersebut. Jadi arah gaya berat selalu menuju pusat bumi. Berbeda dengan berat benda, *massa benda* adalah ukuran banyaknya zat yang terkandung dalam suatu benda. Dengan demikian, massa benda tidak berubah dimanapun benda tersebut berada. Sedangkan berat benda berubah-ubah, bergantung pada dimana benda tersebut berada.

Perbandingan antara berat dengan massa suatu benda disebut *percepatan gravitasi*. Dengan demikian secara matematis dapat dituliskan:

$$g = \frac{w}{m}$$

Dengan : w = berat benda (N)
m = massa benda (kg)
g = percepatan gravitasi (m/s^2)

maka berat dapat dirumuskan sebagai perkalian dari massa dan percepatan gravitasi.

$$w = m\,g$$

Catatan :

Di permukaan bumi rata-rata percepatan gravitasi adalah 9,8 m/s^2, sedangkan di permukaan bulan rata-rata percepatan gravitasi sekitar seperenam dari percepatan gravitasi bumi, yaitu sekitar 1,6 m/s^2.

Perhatikan Gambar 6.5. Gaya Normal (N) adalah gaya sentuh pada benda yang berarah tegak lurus bidang sentuh. Jadi arah gaya normal akan selalu tegak lurus pada permukaan yang menopang. Untuk kasus seperti ini maka :

$$N = w \quad \text{atau} \quad N = m\,g$$

Gambar 6.5 Gaya pada balok yang diam

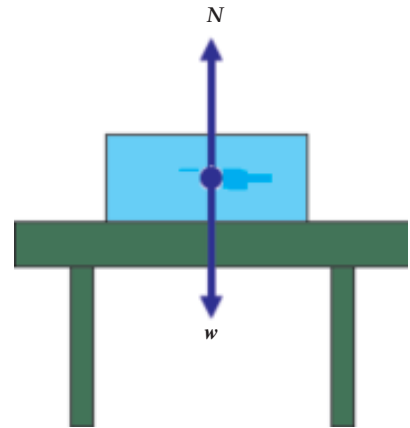
Sumber : Dokumentasi penulis

C. Gaya Gesekan

Ketika kita mendorong atau menarik sebuah balok yang ada di atas meja tidak licin, maka gaya dorongan tersebut akan mendapat perlawanan. Gaya yang melawan gaya dorong tersebut dikenal dengan gaya gesekan. Gaya gesekan adalah gaya yang timbul akibat persentuhan langsung antara dua permukaan benda dengan arah berlawanan terhadap kecenderungan arah gerak benda. Besar gaya gesekan bergantung pada *kekasaran* permukaan sentuh. Semakin kasar suatu permukaan, semakin besar gaya gesekan yang timbul.

Gaya gesekan membuat kita harus mengeluarkan tenaga lebih banyak untuk membuat benda berpindah. Gaya gesekan pun bisa menimbulkan panas yang berlebihan akibat gesekan pada mesin mobil dan kopling sehingga mesin mobil cepat rusak. Gaya gesekan antara ban mobil dengan jalan mengakibatkan ban mobil cepat aus dan tipis. Hal lain yang merugikan dari gaya gesekan adalah akibat gesekan antara angin dengan mobil dapat menghambat gerakan mobil.

Untuk mengatasi hambatan yang ditimbulkan pada benda oleh gaya gesekan dapat dilakukan dengan cara memperlicin permukaan. Memperlicin permukaan dapat dilakukan dengan memberi minyak pelumas atau mengampelas permukaan. Gaya gesekan juga dapat diperkecil dengan memisahkan kedua permukaan yang bersentuhan dengan udara, misalnya pada hovercraf yaitu kapal laut yang bagian dasarnya berupa pelampung yang diisi udara. Hal lain yang dapat dilakukan adalah menaruh benda di atas roda-roda, sehingga benda lebih mudah bergerak.

Gaya gesekan tidak saja menimbulkan kerugian tetapi juga memberi keuntungan, antara lain gaya gesekan antara kaki kita dengan permukaan jalan memungkinkan kita dapat berjalan. Jika jalanan licin tanpa gesekan kita akan tergelincir. Gaya gesekan pada rem, misalnya *piringan rem* digunakan untuk memperlambat sepeda motor. Gaya gesekan antara ban mobil yang dibuat bergerigi dengan permukaan jalan agar tidak slip (tergelincir) pada saat jalan licin, misalnya karena hujan.

Percobaan 6.1 **Gaya Gesekan**

Tujuan percobaan:	siswa mampu menentukan pengaruh gaya gesekan terhadap pergerakan benda,
Alat dan Bahan:	balok kayu, meja, neraca pegas, tali, kaca.

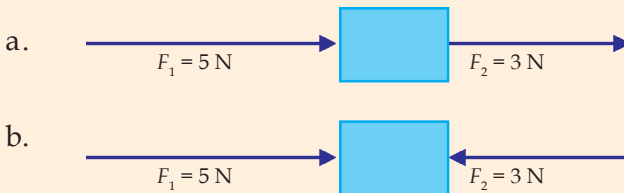
Langkah Percobaan:

1. Letakkan balok di atas meja kayu.
2. Hubungkan balok dengan neraca pegas menggunakan seutas tali.
3. Tarik balok perlahan.
4. Amati perubahan angka pada neraca pegas tepat sebelum balok bergerak.
5. Ulangi langkah kerja tersebut di atas permukaan kaca.
6. Buat kesimpulan dari hasil kerjamu!

Latihan 6.1

1. Gambarkan dan tentukan resultan gaya berikut.

   a.

   b.

2. Apakah perbedaan berat dan massa suatu benda?
3. Jika kita mendorong sebuah benda yang memiliki berat 4 N dengan gaya 6 N dan mendapat hambatan berupa gaya gesekan sebesar 2 N tentukan lukisan gaya yang bekerja pada benda-benda tersebut !
4. Apa yang dimaksud dengan gaya gesekan? Apa keuntungan dari adanya gaya gesekan?
5. Apa yang merugikan dari adanya gaya gesekan dan bagaimana cara mengatasinya?

6.2 Hukum Newton

Benda yang diam akan bergerak jika terkena gaya. Hal ini dipelajari oleh **Sir Isaac Newton** (1642 - 1727) yaitu seorang ilmuwan dari Inggris. Hasil pengamatan Newton menghasilkan ketentuan yang dikenal dengan hukum Newton .

A. Hukum I Newton

Saat kita naik bis dan bis mulai bergerak, biasanya kita akan terdorong ke arah belakang dari tempat duduk kita. Gerakan tubuh berlawanan dengan pergerakan bis menunjukkan bahwa tubuh kita cenderung untuk diam. Sedangkan saat bis tiba-tiba berhenti maka tubuh kita akan terdorong ke depan. Gerakan tubuh kita melawan arah penghentian bis menunjukkan tubuh cenderung ingin terus bergerak. Fenomena seperti ini dikenal dengan istilah kelembaman. Kelembaman dari suatu benda dinyatakan oleh Newton dalam pernyataannya yang dikenal dengan Hukum I Newton.

Hukum I Newton berbunyi :

> "*Suatu benda yang diam akan tetap diam, dan suatu benda yang sedang bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan tetap/konstan pada lintasan lurus kecuali jika ada gaya luar yang bekerja terhadap benda tersebut*"

Dari hukum tersebut dapat diperoleh bahwa apabila $F = 0$, maka :

1. benda diam akan tetap diam.
2. benda yang bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan konstan pada lintasan lurus.

B. Hukum II Newton

Pada hukum I Newton tampak bahwa pengaruh gaya dapat membuat benda bergerak. Hal ini pun terjadi pada apel yang jatuh akibat pengaruh gaya tarik gravitasi Bumi. Namun pada apel yang jatuh pergerakan apel semakin mendekati permukaan tanah semakin cepat. Pergerakan yang semakin cepat disebut dengan percepatan. (Gambar 6.6)

Gambar 6.6 pertambahan kecepatan pada apel yang jatuh.
Sumber : http://www.windows.ucor.edu/ dengan penyesuaian seperlunya

Adanya percepatan pada pergerakan benda telah diamati oleh Newton dan menghasilkan sebuah pernyataan yang kita kenal sebagai hukum II Newton. Hukum II Newton berbunyi :

> "*Benda yang mengalami gaya akan memperoleh percepatan yang besarnya berbanding lurus dengan besar gaya dan berbanding terbalik dengan massanya.*"

Secara matematik hukum II Newton dapat dirumuskan:

$$a = \frac{F}{m}$$

Sehingga besar gaya yang bekerja dapat dinyatakan dengan

$F = m\,a$

dengan: F = Gaya yang bekerja pada benda (N)
m = massa benda (m)
a = percepatan benda (m/s^2)

Contoh soal

Jika benda A bermassa 200 g dan benda B bermassa 500 g. Tentukan gaya yang diperlukan untuk membuat kedua benda tersebut dapat bergerak dengan percepatan 5 m/s^2.

Penyelesaian :

m_A = 200 g = 0,2 kg
m_B = 500 g = 0,5 kg
a = 5 m/s^2

$F_A = m_A\,a$
= 0,2 kg × 5 m/s^2
= 1,0 kg m/s^2
= 1,0 N

$F_B = m_B\,a$
= 0,5 kg × 5 m/s^2
= 2,5 kg m/s^2
= 2,5 N

Hal ini menunjukkan bahwa untuk mengerakkan benda dengan kecepatan yang sama akan diperlukan gaya yang lebih besar jika massa benda tersebut lebih besar.

Gambar 6.7 Senapan saat menembak
Sumber : Dokumentasi penulis

C. Hukum III Newton

Saat orang menembakkan senapan, peluru terdorong ke luar senapan sedangkan senapan terdorong ke belakang (Gambar 6.7). Hal tersebut terjadi karena adanya gaya reaksi yang dialami oleh dua benda yang sedang berinteraksi.

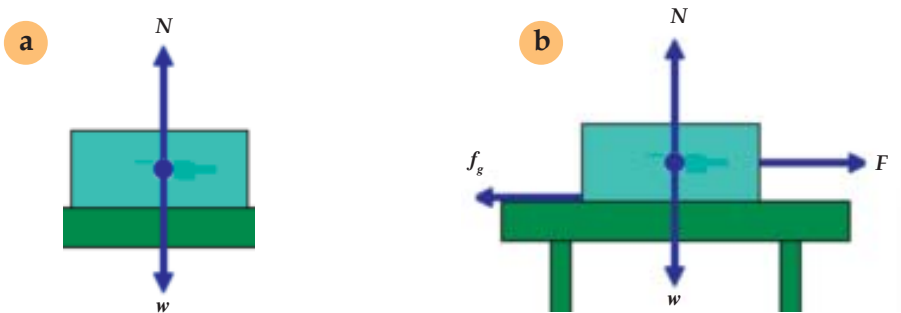
Adanya gaya aksi dan reaksi yang saling berlawanan saat suatu gaya bekerja pada benda dinyatakan oleh Newton dalam Hukum III Newton sebagai berikut :

"Jika suatu gaya melakukan aksi terhadap suatu benda maka akan timbul gaya reaksi dari benda tersebut dengan arah yang berlawanan"

Secara matematis hukum III Newton dapat dirumuskan sebagai :

$$F_{aksi} = -F_{reaksi}$$

(tanda (-) menunjukkan arah gaya yang berlawanan)

Pernyataan hukum Newton tersebut menyebabkan pada benda diam akan bekerja gaya gravitasi ke arah bawah dan sebagai reaksi akan timbul gaya normal dengan arah dan besar yang sama (Gambar 6.8(a)). Pada benda yang bergerak selain ada pengaruh gaya gravitasi dan gaya normal, bekerja gaya dorongan yang menimbulkan pergerakan. Gaya dorongan sebesar F akan mendapatkan perlawanan oleh massa dan kekasaran dari benda sehingga timbul gaya gesekan dengan arah berlawanan (Gambar 6.8(b)).

Gambar 6.8 Gaya pada benda

Sumber : Dokumentasi penulis

Maka Hukum II Newton diubah menjadi :

$$\Sigma F = m\, a$$

Latihan 6.2

1. Apa yang dimaksud dengan kelembaman? Jelaskan !
2. Bagaimana bunyi hukum I Newton? Apa bukti bunyi hukum Newton dalam kehidupan kita?
3. Bagaimana bunyi hukum II Newton? Fenomena apa yang menunjukkannya?
4. Jika suatu benda bermassa 400 g diberi gaya sebesar 5 N, berapa percepatan yang dialami benda?
5. Bagaimana bunyi hukum II Newton. Tunjukkan penerapan dari hukum ini dalam kehidupan sehari-hari!

6.3 Usaha dan Energi

Gaya saat bekerja pada benda dan menimbulkan pergerakan, tentu akan membuat benda tersebut berubah posisi atau berpindah tempat. Gaya yang kita gunakan untuk mendorong suatu benda berasal dari energi potensial kimia dalam otot kita. Energi tersebut diubah menjadi energi kinetik dan menimbulkan pergerakan pada benda. Untuk memahami lebih lanjut mari kita kaji uraian tentang usaha dan energi berikut ini.

A. Usaha

Suatu gaya yang bekerja pada benda dikatakan melakukan usaha jika gaya tersebut menyebabkan benda itu berpindah. Gaya yang tidak menghasilkan perpindahan berarti tidak melakukan usaha.

Satuan usaha dalam SI adalah *Joule* (J). Usaha sebesar 1 joule dilakukan apabila gaya sebesar 1 newton memindahkan benda sejauh 1 meter atau 1 J = 1 N m

Jika sebuah gaya bekerja pada benda sehingga berpindah searah dengan arah gaya, maka usaha yang dilakukan gaya itu dinyatakan sebagai :

$$W = F\ s$$

dengan : W = usaha (J)
F = gaya (N)
s = besarnya perpindahan (m)

Contoh soal

1. Sebuah gaya 25 N bekerja pada sebuah benda dan menyebablan benda berpindah tempat sejauh 4 m. Tentukan besar usaha yang dilakukan oleh gaya tersebut !

   Penyelesaian :

   F = 25 N
   s = 4 m
   W = $F\ s$
   = 25 N × 4 m
   = 100 joule

   Jika usaha yang dilakukan memiliki arah ke atas atau ke bawah maka terdapat pengaruh gaya gravitasi dalam usaha tersebut.

2. Ridho mengangkat beban bermassa 2 kg setinggi 1,5 m. Jika percepatan gravitasi bumi adalah 9,8 N/kg , berapa besar usaha yang dilakukannya ?

Penyelesaian :

$m = 2$ kg

$s = 1{,}5$ m

$g = 9{,}8$ N/kg

$F = m\ g$
$= 2 \text{ kg} \times 9{,}8 \text{ N/kg}$
$= 19{,}6$ N

$W = F\ s$
$= 19{,}6 \text{ N} \times 1{,}5 \text{ m}$
$= 29{,}4$ J

Perpaduan dua gaya yang arahnya berlawanan adalah selisih kedua gaya itu, dengan arah gaya paduan sama dengan arah gaya terbesar. Dengan demikian, jika ada dua gaya berlawanan bekerja pada sebuah benda sehingga benda itu berpindah, maka usaha yang dilakukan kedua gaya tersebut adalah:

$$W = F_R\ s$$

$F_R = \Sigma F =$ jumlah gaya-gaya yang bekerja pada benda (N)

Contoh soal

Sebuah mobil yang sedang diam didorong oleh Fahmi dengan gaya 25 N dan ditarik oleh Fahrul searah dengan Fahmi dengan gaya 40 N ke kanan, lalu Fajar mendorong dengan gaya 50 N ke kiri. Perpindahan yang dialami mobil dari posisi semula adalah 6 m. Tentukan besar usaha total dari ketiganya!

Penyelesaian :

$F_{Fahmi} = 25$ N

$F_{Fahrul} = 40$ N

$F_{Fajar} = -50$ N

$F_R = F_{Fahmi} + F_{Fahrul} + F_{Fajar}$
$= 25 \text{ N} + 40 \text{ N} + -50 \text{ N}$
$= 15$ N (Ke arah kanan)

$W = F_R\ s$
$= 15 \times 6$
$= 90$ joule

Jika gaya yang bekerja tidak menyebabkan perpindahan pada benda ($s = 0$), dikatakan usahanya nol. Contoh, jika seseorang mendorong tembok sekuat-kuatnya dan tembok tidak mengalami perpindahan, dikatakan orang tersebut tidak melakukan usaha apa-apa ($W = 0$)

Kemampuan seseorang atau suatu alat dalam melakukan usaha dalam selang waktu tertentu ditunjukkan dengan besaran yang disebut daya. Alat yang dapat melakukan usaha yang besar dalam waktu yang singkat memiliki daya yang besar. Sebaliknya daya yang kecil akan memerlukan waktu yang

lebih lama untuk menghasilkan usaha yang sama. Daya adalah usaha atau perubahan energi tiap satu satuan waktu. Satuan daya dalam SI adalah *Joule per sekon* (J/s) atau Watt.

$$P = \frac{W}{t}$$

Dengan: P = daya (watt)
W = usaha(J)
t = waktu (s)

Contoh soal

Alat pemindah A memiliki daya 1000 watt dan alat B memiliki daya 500 watt. Tentukan alat mana yang membutuhkan waktu lebih lama untuk melakukan usaha sebesar 200 joule.

Penyelesaian :

W = 200 joule

P_A = 1000 watt = 1000 joule/sekon

$P_A = \frac{W}{t_A}$

$t_A = \frac{W}{P_A}$

$t_A = \frac{200}{1000}$

t_A = 0,2 sekon

P_B = 500 watt

$P_B = \frac{W}{t_B}$

$t_B = \frac{W}{P_B}$

$t_B = \frac{200}{500}$

t_B = 0,4 sekon

$t_B > t_A$, maka waktu alat B lebih lama dari alat A.

Seperti yang sudah kita pelajari sebelumnya, usaha merupakan hasil kali dari gaya(F) dengan perpindahan (s).

$$W = F \cdot s$$

maka

$$P = \frac{F\,s}{t}$$

Sedangkan adalah kecepatan (v), maka daya dapat dirumuskan sebagai perkalian antara gaya yang bekerja dan kecepatan yang ditimbulkan oleh gaya tersebut:

$$P = F\,v$$

Dimana: P = daya (watt)
F = gaya(N)
v = kecepatan (m/s)

B. Energi

Energi adalah kemampuan suatu benda untuk melakukan usaha. Jadi hanya benda yang memiliki energi yang dapat melakukan usaha. Energi memiliki beragam bentuk diantaranya energi listrik, energi panas, energi bunyi, energi cahaya, energi kinetik, dan energi potensial.

Berdasarkan pergerakannya energi dibedakan menjadi energi kinetik dan energi potensial. Energi potensial merupakan energi yang dimiliki oleh benda yang diam. Besarnya energi ini ditentukan oleh posisi dan massa benda tersebut. Energi kinetik sebaliknya, merupakan energi yang dimiliki oleh benda yang bergerak. Besar energi ini ditentukan oleh kecepatan gerak benda dan massanya.

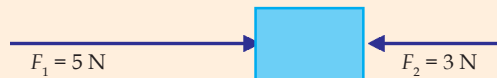
Gambar 6.9 Perubahan energi pada televisi.

Sumber : Dokumentasi penulis

Energi di alam adalah tetap, sehingga berlaku hukum kekekalan energi yang menyatakan bahwa : " *energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan tetapi dapat berubah bentuk*"

Berdasarkan hukum kekekalan energi maka energi dapat diubah dari bentuk energi yang satu ke energi yang lain. Misalkan saat kita menggunakan listrik untuk menyalakan televisi. Saat kita menyalakan televisi maka energi listrik diubah menjadi energi cahaya dan energi suara. Bahkan televisi jika terlalu lama dinyalakan akan menjadi panas, sehingga saat itu energi listrik pun di ubah menjadi energi panas.(Gambar 6.9)

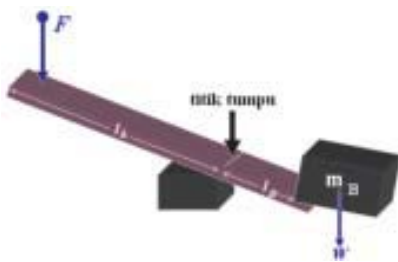
Latihan 6.3

1. Apa yang dimaksud dengan energi, dan apa perbedaan energi kinetik dan energi potensial?
2. Jelaskan hukum kekekalan energi yang terjadi saat kamu menggunakan listrik untuk beragam kegiatan sehari-hari !
3. Apakah perbedaan antara energi dan usaha ?
4. Jika benda pada gambar berikut berpindah sejauh 10 m. Tentukan besar usaha yang dilakukan !

5. Tentukan besar daya suatu alat yang dapat memindahkan benda seberat 50 N setinggi 2 M dalam waktu 4 sekon.

6.4 Pesawat Sederhana

Pesawat sederhana adalah alat untuk memudahkan melakukan usaha. Dengan menggunakan pesawat, kita cukup memberikan gaya yang kecil untuk mengangkat atau memindahkan benda-benda yang berat.

A. Tuas

Saat kita ingin memindahkan barang atau batu supaya tenaga yang dikeluarkan tidak terlalu banyak maka kita dapat menggunakan tuas. Tuas kayu atau besi atau apapun yang menggunakan prinsip seperti timbangan untuk mengimbangi berat benda dengan gaya yang digunakan untuk mengungkit benda tersebut.

Gambar 6.10 Tuas
Sumber : Dokumentasi penulis

Perhatikan Gambar 6.10, jika benda yang akan diungkit memiliki berat w, diletakkan pada ujung tuas, yang diletakkan pada titik tumpu sejauh ℓ_B. maka kita akan memerlukan gaya sebesar F pada jarak ℓ_K untuk mengungkitnya. ℓ_B adalah lengan beban yang merupakan jarak beban terhadap titik tumpu, sedangkan ℓ_K adalah lengan kuasa yang merupakan jarak gaya terhadap titik tumpu. Saat benda dapat diungkit maka

$$w \ \ell_B = F \ \ell_K$$

Keterangan:
- w = beban (N)
- F = gaya/kuasa (N)
- ℓ_B = lengan beban (m)
- ℓ_K = lengan kuasa (m)

Perbandingan antara berat beban dan gaya kuasa atau perbandingan antara lengan kuasa dan lengan beban disebut keuntungan mekanis Dalam hal ini,

$$KM = \frac{w}{F} = \frac{l_K}{l_B}$$

dengan: KM = keuntungan mekanis (tidak mempunyai satuan)

Contoh soal

Sebuah tuas memiliki lengan beban 2 cm dan lengan kuasa 10 cm. Jika kita ingin mengangkat beban yang memiliki berat 5 N, berapa gaya yang harus kita gunakan? tentukan pula keuntungan mekanis alat tersebut !

Penyelesaian :

$\ell_B = 2$ cm

$\ell_K = 10$ cm

$w = 5$ N

$w \; \ell_B = F \; \ell_K$

$5 \text{ N} \times 2 \text{ cm} = F \times 10 \text{ cm}$

$$F = \frac{10 \text{ N cm}}{10 \text{ cm}} = 1 \text{ N}$$

Keuntungan mekanis alat,

$$KM = \frac{w}{F}$$

$$KM = \frac{5}{1} = 5$$

B. Katrol

Katrol adalah suatu alat sederhana yang digunakan untuk mengangkat beban dengan cara yang lebih mudah. Cara kerja katrol sama dengan prinsip tuas. Katrol dapat dikelompokkan kedalam katrol tetap, katrol bergerak dan sistem katrol.

1. Katrol Tetap

Gambar 6.11 Katrol tetap

Sumber : Dokumentasi penulis

Katrol tetap biasanya digunakan untuk mengangkat benda yang ringan. Dalam katrol berlaku :

$$w \; \ell_B = F \; \ell_K$$

Dengan : w = berat beban(N)

ℓ_B = lengan beban(m)

F = gaya angkat(N)

ℓ_K = lengan beban(m)

Prinsip kerja katrol tetap adalah besar gaya kuasa sama dengan berat beban, sedangkan lengan kuasa sama dengan lengan beban. Dengan demikian, keuntungan mekanis katrol tetap adalah untuk mengubah arah gaya, yakni gaya angkat searah gaya berat orang yang mengangkat

2. Katrol bergerak

Gambar 6.12 Katrol bergerak

Sumber : Dokumentasi penulis

Perhatikan Gambar 6.12, tampak pada katrol bergerak berat (w) dengan tanda panah ke bawah dilawan oleh 2 tanda panah ke atas. Tanda panah ke atas menunjukkan gaya angkat masing-masing F. Pada katrol bergerak, benda yang diangkat digantungkan pada poros katrol. Dengan demikian,

Gambar 6.13 Sistem katrol
Sumber : Dokumentasi penulis

gaya kuasanya adalah setengah kali berat beban. Keuntungan mekanik katrol bergerak jika gaya gesekannya diabaikan adalah $\frac{beban}{kuasa} = \frac{W}{F} = 2$. Jadi keuntungan menggunakan katrol bergerak selain memudahkan mengangkat benda juga memerlukan kuasa yang besarnya setengah dari berat bebannya.

3. Sistem katrol

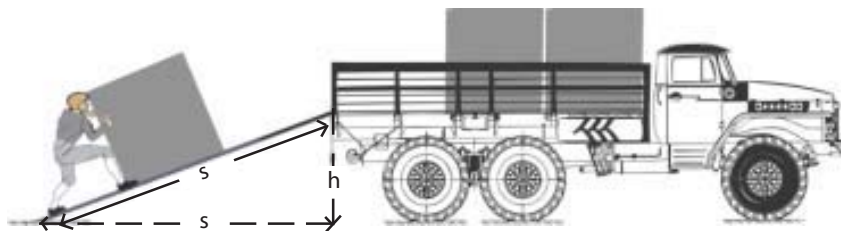
Sistem katrol terdiri dari beberapa katrol tetap dan katrol bergerak, seperti pada gambar di samping. Biasanya, sistem katrol ini digunakan untuk mengangkat beban yang massanya mencapai beberapa ton, misalnya kerangka jembatan dan peti kemas. Dengan sistem katrol, kuasa yang diperlukan untuk mengangkat beban tersebut dapat semakin diperkecil.Jika gaya gesekan katrol diabaikan, untuk sistem katrol berlaku persamaan berikut :

$$w = 2Fn$$

Dengan: w = beban (N)
F = kuasa (N)
n = banyaknya katrol tiap blok

Keuntungan mekanik dari sistem katrol adalah $\frac{beban}{kuasa} = \frac{W}{F} = 2n$. Jadi keuntungan mekanik sistem katrol bergantung pada banyaknya katrol yang ada.

C. Bidang Miring

Selain tuas dan katrol, pesawat sederhana lainnya adalah bidang miring. Seseorang dapat menaikkan muatan dalam truk tanpa tenaga yang terlalu besar berkat bidang miring (Gambar 6.14).

Gambar 6.14 Bidang miring
Sumber : Dokumentasi penulis

Dalam bidang miring berlaku persamaan :

$$w\ h = F\ s$$

Keterangan: w = beban (N)
F = gaya (N)
s = panjang bidang miring (m)
h = tinggi bidang miring (m)

Jika bidang miring licin, keuntungan mekanis dapat dikatakan bahwa perbandingan beban dengan kuasa sama dengan perbandingan jarak perpindahan dengan tinggi bidang miring adalah :

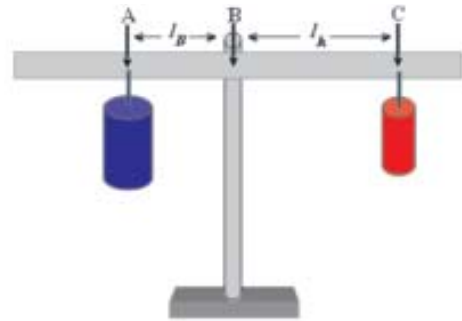
$$KM = \frac{W}{F} = \frac{s}{h}$$

Percobaan 6.2 **Pesawat Sederhana**

Tujuan percobaan:	siswa mampu memahami kerja pesawat sederhana.
Alat dan Bahan:	kayu, tali, benang, beban, neraca pegas, balok penganjal.

Langkah Percobaan:

A. Cara kerja tuas

1. Susunlah alat seperti pada Gambar 6.15!
2. Pada batang kayu dengan panjang 70 cm, tentukan titik A sebagai titik beban, titik B sebagai titik tumpu dan titik C sebagai titik kuasa.
3. Atur posisi B sehingga tuas dalam keadaan setimbang.
4. Ukur jarak antara titik A dan B dan tetapkan sebagai panjang lengan beban(ℓ_B)dan jarak antara titik B dan C sebagai panjang lengan kuasa(ℓ_K).
5. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu !

Gambar 6.15 percobaan tuas.

Sumber : Dokumentasi penulis

B. Bidang miring

1. Letakkan kayu di atas balok penganjal sehingga terbentuk bidang miring.
2. Simpanlah benda di atas bidang miring seperti pada Gambar 6.16.
3. Tarik benda pada ketinggian tertentu dan gunakan neraca pegas untuk mengukur berat benda(w) dan gaya tarik (F).
4. Amati perbedaan antara w dan F, yang terukur dari neraca pegas.
5. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!

Gambar 6.16 Percobaan bidang miring

Sumber : Dokumentasi penulis

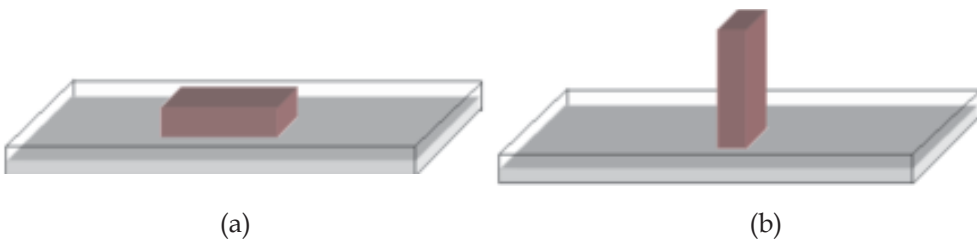
6.5 Tekanan

Apa kamu pernah mendengar orang terkena penyakit darah tinggi ? Hal itu terjadi karena adanya penyempitan pada pembuluh darah. Kejadian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara besar tekanan dan luas daerah tempat tekanan terjadi. Jika kamu punya sebuah balon lalu kamu tekan perlahan maka balon hanya menunjukkan sedikit perubahan, tetapi ketika kamu tekan dengan kuat atau kamu duduki maka balon tersebut akan gepeng atau bahkan pecah. Hal ini menunjukkan terdapat hubungan antara besar tekanan dengan besar gaya yang bekerja. Bagaimana hubungan antara tekanan, luas permukaan dan besarnya gaya? Coba kamu lakukan percobaan 6.3 Berikut.

Percobaan 6.3 Tekanan

Tujuan percobaan:	siswa mampu menentukan hubungan tekanan, gaya yang bekerja dan luas permukaan.
Alat dan Bahan:	tanah liat, nampan, balok kayu , balok besi, balok alumunium.

Langkah Percobaan:

1. Letakkan tanah liat pada sebuah nampan persegi ratakan hingga memiliki ketebalan paling tidak 3 cm.
2. Ambil dua buah balok kayu dengan ukuran yang sama. Letakkan yang satu dengan posisi seperti Gambar 6.17(a) dan yang lain dengan posisi seperti Gambar 6.17 (b).

Gambar 6.17 percobaan tekanan.

Sumber : Dokumentasi penulis

3. Setelah beberapa saat, angkat kedua balok dan amati bekas yang dibuat pada permukaan tanah liat.
4. Ulangi percobaan dengan menggunakan balok besi yang berukuran sama dengan balok kayu.
5. Ulangi percobaan dengan menggunakan balok aluminium yang berukuran sama.
6. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu.

Tekanan merupakan besarnya gaya yang bekerja per satuan luas. Jika tekanan dilambangkan dengan p, gaya tekan F, dan luas bidang tekan A, maka hubungan antara tekanan, gaya dan luas permukaan adalah :

$$p = \frac{F}{A}$$

Keterangan: p = tekanan (N/m² = Pa)
F = gaya (N)
A = luas bidang tekan (m²)

Oleh karena dalam SI satuan gaya adalah N, dan satuan luas adalah m², maka satuan tekanan adalah N/m². Satuan tekanan dalam SI adalah Pascal (disingkat Pa).

$1Pa = 1\ N/m^2$

$$1\text{ Pa} = \frac{1\,N}{m^2}$$

Contoh soal

Tangan seorang anak seluas 54 cm² menekan tanah liat dengan gaya sebesar 9 N. Tentukan besar tekanan yang dialami tanah liat dari tangan anak tersebut !

Penyelesaian :

$A = 54\text{ cm}^2 = \frac{54}{1000}\text{ m}^2$

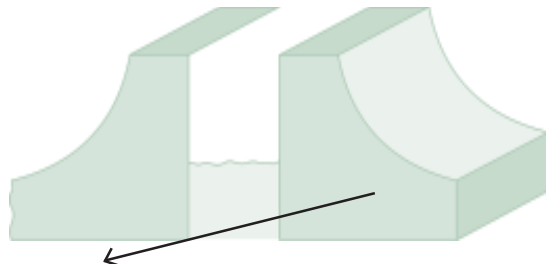
$F = 9\ N$

$p = \frac{F}{A}$

$p = \frac{9}{0{,}054} = 16{,}7\ Pa$

A. Tekanan dalam Zat Cair

Gaya gravitasi menarik zat cair ke bawah di dalam wadah (bejana) yang ditempatinya. Hal ini menyebabkan zat cair melakukan tekanan terhadap wadah yang ditempatinya. Pada kedalaman yang sama, zat cair melakukan tekanan yang sama besar ke segala arah.

Tekanan zat cair bergantung pada kedalaman zat cair; yaitu makin dalam, tekanan zat cair makin besar. Hal ini menjadi alasan kenapa saat membuat tanggul atau bendungan tembok bagian bawah dibuat lebih tebal daripada bagian atasnya.

Konstruksi tanggul atau bendungan dirancang tembok bagian bawah dibuat lebih tebal untuk menahan tekanan air

Gambar 6.18 Konstruksi bendungan

Sumber : Dokumentasi penulis

Tekanan yang ditimbulkan zat cair juga ditentukan oleh massa jenis zat cair. Semakin besar massa jenis zat cair, makin besar tekanan di dalam zat cair tersebut. Sehingga tekanan yang ditimbulkan oleh air akan lebih besar dibandingkan tekanan yang yang ditimbulkan oleh minyak atau alkohol.

Jika massa jenis zat cair dilambangkan dengan ρ, kedalaman zat cair h, maka besarnya tekanan (p) dalam zat cair yang ditimbulkan oleh gravitasi Bumi dinyatakan dalam persamaan:

$$p = \rho\, g\, h$$

dengan:

p = tekanan (Pa atau N/m^2)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi Bumi (m/s^2)

h = ketinggian (m).

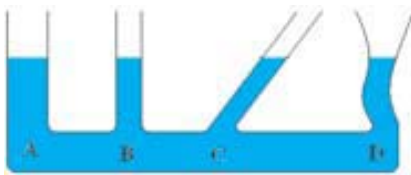
Contoh soal

Hayataka menyelam ke dasar kolam renang yang memiliki kedalaman 3 m. Berapa besar tekanan air yang dialami oleh anak tersebut jika massa jenis air 1000 kg/m^3 dan gravitasi g = 9,8 m/s^2.

Penyelesaian :

$$p = \rho\, g\, h$$

$$= (1000 \text{ kg/m}^3) \times (9{,}8 \text{ N/kg}) \times (3 \text{ m})$$

$$p = 29400\ Pa$$

Gambar 6.19 Tekanan dalam bejana berhubungan.

Sumber : Dokumentasi penulis

Pengaruh ketinggian dalam menghasilkan tekanan pada zat cair digunakan dalam prinsip kerja botol infus. Semakin tinggi posisi botol, maka akan menghasilkan tekanan yang semakin besar, dan membuat cairan infus bisa memasuki aliran darah. Jika ketinggian tidak mencukupi maka aliran darah akan terbalik keluar akibat tekanan darah dalam tubuh.

Tekanan zat cair tidak bergantung pada bentuk wadah. Tekanan zat cair di titik A, B, C, dan D dalam sebuah bejana berhubungan yang memiliki kaki-kaki yang bentuk dan ukurannya berbeda adalah sama (Gambar 6.19), Sehingga $p_A = p_B = p_C = p_D$. Pada Gambar 6.19 telah ditunjukkan bahwa permukaan zat cair sejenis di dalam bejana berhubungan selalu mendatar. Untuk lebih memahami hal ini, lakukan percobaan 6.4 berikut.

Percobaan 6.4 Bejana Berhubungan

Tujuan percobaan:	siswa memahami sifat permukaan air dalam bejana berhubungan.
Alat dan Bahan:	bejana berhubungan, balok pengganjal, air.

Langkah Percobaan:

1. Siapkan sebuah bejana berhubungan!
2. Tuangkan air ke dalam bejana berhubungan tersebut!
3. Perhatikan permukaan air pada dua sisi!
4. Ganjal satu sisi bejana sehingga berada dalam keadaan miring!
5. Perhatikan permukaan air pada dua sisi!
6. Masukkan air raksa kedalam bagian kiri bejana!
7. Biarkan beberapa saat dan amati permukaan zat cair!
8. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!

Saat dalam bejana berhubungan dimasukkan air raksa tampak kedua zat cair tidak bercampur dalam bejana berhubungan. Ketinggian dua permukaan zat cair pun tidak sama. Hukum utama hidrostatika menyatakan "**Tekanan yang dilakukan zat cair yang sejenis pada kedalaman yang sama adalah sama besar**", sehingga:

$$p_1 = p_2$$
$$\rho_1\, g\, h_1 = \rho_2\, g\, h_2$$
$$\rho_1\, h_1 = \rho_2\, h_2$$

Contoh soal

Ke dalam pipa U dimasukkan air, lalu diisi minyak setinggi 10 cm sehingga terjadi selisih ketinggian sebanyak 4 cm. Jika massa jenis air 1000 kg/m³, tentukan massa jenis minyak tersebut !

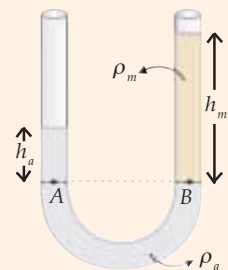
Penyelesaian :

$h_m = 10$ cm

$h_m - h_a = 4$ cm

$h_a = 10\text{ cm} - 4\text{ cm} = 6$ cm

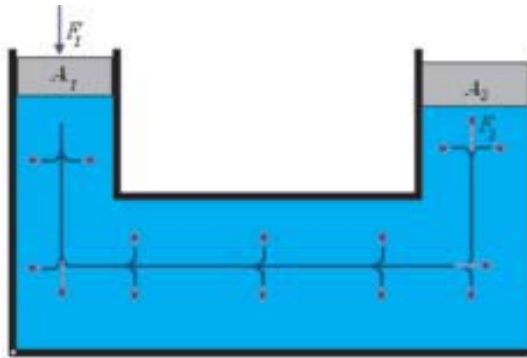
$\rho_a = 1000\ \text{kg/m}^3$

$$p_A = p_B$$
$$\rho_a\, h_a\, \not{g} = \rho_m\, h_m\, \not{g}$$
$$(1000\ \text{kg/m}^3) \times (6\ \text{cm}) = \rho_m (10\ \text{cm})$$
$$\rho_m = \frac{(1000\ \text{kg/m}^3) \times (6\ \text{cm})}{10\ \text{cm}} = 600\ \text{kg/m}^3$$

B. Hukum Pascal

Gambar 6.20 siraman air dari teko

Sumber : Dokumentasi penulis

Mungkin kamu pernah memperhatikan saat seseorang menyiram tanaman dengan menggunakan alat sejenis teko (Gambar 6.20). Air yang keluar ke berbagai arah pada ujung bulatan teko penyiram. Hal yang sama akan terjadi ketika kamu melubangi plastik pada berbagai tempat lalu kamu masukkan air ke dalamnya dan kamu tekan dari arah atas.

Air memancar ke segala arah akibat tekanan tekanan air saat teko dimiringkan atau akibat tekanan tangan menunjukkan bahwa tekanan bekerja ke segala arah. Fenomena seperti ini yang membuat Pascal menyatakan "tekanan yang diberikan zat cair dalam ruang tertutup diteruskan ke segala arah dengan sama besar ". Pernyataan Pascal tersebut kita kenal dengan Hukum Pascal.

Gambar 6.21 arah tekanan pada zat cair

Sumber : Dokumentasi penulis

Bila kita tekan permukaan 1 yang memiliki luas permukaan A_1 dengan gaya sebesar F_1, maka tekanan akan diteruskan oleh zat cair pada permukaan 2. Sehingga tekanan pada permukaan 1 = tekanan pada permukaan 2.

$$p_1 = p_2$$

karena $p = \frac{F}{A}$, maka :

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Jika kita buat luas permukaan A_2 jauh lebih besar dari permukaan A_1, maka gaya angkat F_2 yang ditimbulkan akan jauh lebih besar. Sehingga pada alat yang menerapkan Hukum Pascal, bekerja dengan cara memberi gaya kecil pada pengisap kecil dapat dihasilkan gaya yang lebih besar. Hukum Pascal banyak diterapkan pada pemakaian beberapa alat dalam kehidupan sehari-hari. Alat teknik yang menerapkan Hukum Pascal, antara lain dongkrak hidrolik, mesin hidrolik pengangkat mobil dan rem piringan hidrolik.

Percobaan 6.5 **Hukum Pascal**

Tujuan percobaan:	siswa mampu memahami penerapan hukum Pascal.
Alat dan Bahan:	dua buah alat suntik baru dengan ukuran berbeda, tabung polietilen, air.

Langkah Percobaan:

1. Isilah alat suntik yang besar dengan air!
2. Hubungkan kedua alat suntik tersebut dengan tabung politen yang telah diisi dengan air!
3. Tahanlah ujung pengisap alat suntik kecil dengan ibu jari kananmu sambil menekan air pada alat suntik besar!
4. Rasakan gaya tekan pengisap alat suntik kecil pada ibu jari kananmu!
5. Sekarang tekanlah pengisap ujung alat suntik besar dengan ibu jari kirimu sambil menekan air pada alat suntik kecil. Rasakan kembali gaya tekan pengisap alat suntik besar pada ibu jari kirimu!
6. Bandingkan besar gaya yang dihasilkan oleh air pada pengisap alat suntik kecil (langkah 3) dan pengisap alat suntik besar (langkah 4). Manakah yang lebih besar? Nyatakan kesimpulanmu tentang bagaimana Hukum Pascal dimanfaatkan pada alat ini!

C. Hukum Archimedes

Pernahkah kamu bertanya kenapa kapal laut yang terbuat dari besi yang sangat berat dapat berlayar di atas air? Hal itu dapat terjadi karena sebagian badan kapal yang tercelup ke dalam air memindahkan air dan sebagai akibatnya air melakukan gaya angkat sebesar berat air yang dipindahkan.

Besarnya gaya angkat oleh air pada kapal sesuai dengan pernyataan Archimides sebagai berikut : "**Suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut**". Secara matematis gaya Archimedes atau gaya ke atas, dirumuskan sebagai berikut.

$$F_A = \rho\, g\, V$$

Keterangan:
F_A = gaya Archimedes/gaya ke atas (N)
ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)
V = volum benda yang tercelup (m^3)

Pernyataan ini dikemukakan pertama kali oleh Archimedes (287 - 212 SM), seorang ahli teknik dan ahli matematika Yunani purba dan dikenal sebagai Hukum Archimedes.

Untuk lebih memahami hukum Archimedes coba kamu lakukan percobaan 6.5 berikut.

Percobaan 6.5 **Hukum Archimedes**

Tujuan percobaan :	siswa mampu memahami prinsip kerja hukum Archimedes.
Alat dan Bahan :	neraca pegas, tiga buah balok sejenis dari bahan yang tenggelam dalam air, sebuah gelas berpancuran dan sebuah gelas ukur.

Langkah Percobaan :

1. Tuangkan air ke dalam gelas berpancuran sampai sedikit diatas lubang pancuran dan biarkan terbuang sehingga permukaan air tepat di batas lubang!
2. Siapkan gelas ukur kosong tepat di bawah pancuran!
3. Gantunglah sebuah balok pada kait neraca pegas, kemudian baca beratnya pada skala!
4. Masukkan balok sampai terbenam seluruhnya ke dalam air dalam gelas berpancuran!
5. Tampung seluruh air yang keluar dalam gelas ukur!
6. Baca berat balok dalam air pada skala neraca pegas!
7. Baca volume air yang tertampung dalam gelas ukur!
8. Ulangi dengan menggunakan dua balok dan tiga balok!
9. Catat semua data yang kamu peroleh dan tentukan hubungan perubahan berat balok dengan perubahan antara perkalian volume dan massa jenis air!
10. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!

Contoh soal

Sebuah kubus yang panjang rusuknya 0,2 m (massa jenis 2700 kg/m^3) dicelupkan bagian ke dalam minyak yang massa jenisnya 800 kg/m^3. Jika percepatan gravitasi (g) = 10 m/s^2, tentukan gaya angkat ke atas yang dialami balok!

Penyelesaian :

Rusuk kubus (s) = 0,2 m

$V_{kubus} = s^3 = (0{,}2\ m)^3 = 0{,}008\ m^3$

$\rho_{kubus} = 2700\ kg/m^3$

$\rho_{minyak} = 800\ kg/m^3$

Volume minyak yang dipindahkan = volume celup kubus

$$V_{minyak} = \frac{3}{4} V_{kubus}$$

$$= \frac{3}{4}(0{,}008\ m^3) = 0{,}006\ m^3$$

Gaya angkat ke atas = berat minyak yang dipindahkan kubus

$$F_a = w_{minyak} = m_{minyak} \times g = V_{minyak} \times \rho_{minyak} \times g$$

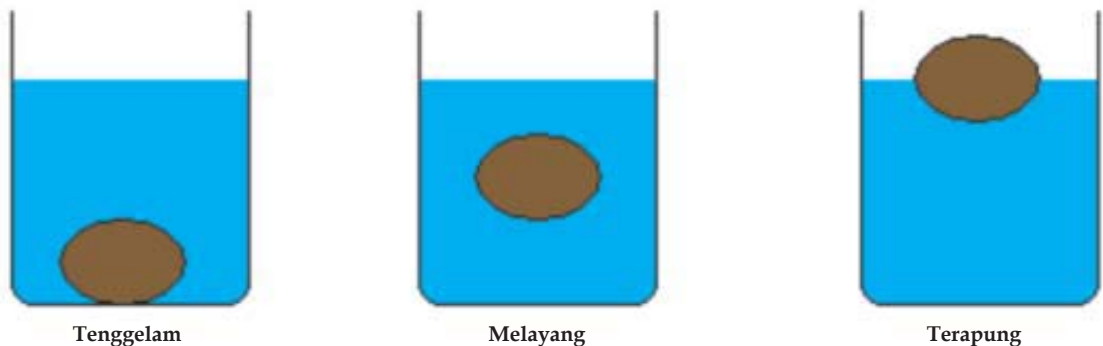
$$= (0{,}006\ m^3) \times (800\ kg/m^3) \times (10\ m/s^2) = 48\ N$$

Selain kapal laut, Hukum Archimedes banyak diterapkan dalam berbagai alat lain seperti hidrometer, jembatan ponton dan kapal selam.

Hidrometer adalah alat yang mengapung dalam zat cair, dilengkapi dengan sebuah skala, dan dipakai untuk mengukur massa jenis zat cair. Massa jenis yang diukur adalah massa jenis relatif.

Di dalam zat cair yang berbeda, hidrometer akan mengapung dengan kedalaman yang berbeda. Makin besar massa jenis zat cair makin tinggi tangkai kaca yang muncul ke permukaan zat cair.

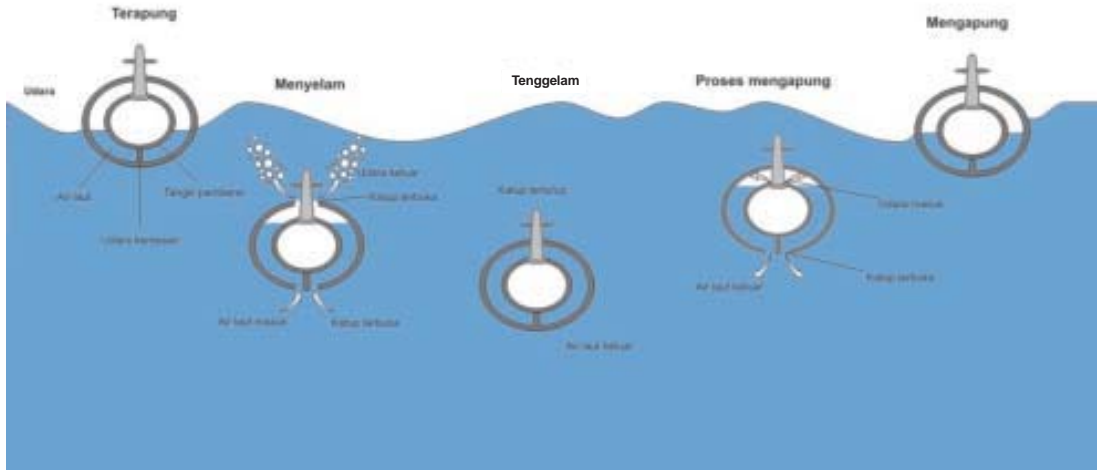
Dalam keadaan darurat orang menggunakan drum-drum kosong yang terapung di dalam air dan diletakkan berjajar sehingga menyerupai jembatan. Jembatan ini disebut jembatan ponton.

Suatu benda dapat tenggelam, melayang dan terapung dalam air. Keadaan tenggelam terjadi bila massa jenis benda lebih besar dari pada massa jenis air. Keadaan melayang terjadi bila masa jenis benda sama dengan massa jenis air dan keadaan terapung terjadi bila massa jenis benda lebih kecil dari massa jenis air. (Gambar 6.22)

Gambar 6.22 Tenggelam, melayang dan terapung dalam air

Sumber : Dokumentasi penulis

Kapal selam adalah kapal yang dapat bergerak di dalam air. Dengan penerapan hukum Archimides, Kapal selam di laut dapat melakukan posisi tenggelam, melayang dan terapung padahal massa jenis bahan kapal selam tidak berubah. Hal ini dapat terjadi karena kapal selam memiliki tangki pemberat yang terletak di antara lambung dalam dan lambung luar.

Saat dalam posisi tenggelam, tangki pemberat diisi dengan air laut sehingga berat kapal bertambah besar. Saat posisi melayang dan dapat bergerak dengan bebas dalam air, tangki pemberat diatur sedemikian rupa

sehingga gaya angkat air membuatnya melayang. Untuk mengapung kembali, air laut dikeluarkan dari tangki pemberat. Proses mengapung, menyelam, dan tenggelam dari sebuah kapal selam ditunjukkan pada Gambar 6.23.

Gambar 6.23 Kapal selam

Sumber : Dokumentasi penulis

D. Tekanan Udara

Kita hidup dalam lautan udara yang disebut atmosfer (lapisan udara). Tekanan udara di permukaan laut rata-rata 76 cmHg (1,013 x 10^5 N/m^2). Tekanan darah sedikit lebih besar daripada tekanan udara. Jika kita pergi ke tempat yang sangat tinggi, kita mengalami pendarahan dari hidung. Ini disebabkan tekanan udara sangat rendah sehingga terdapat kelebihan tekanan darah yang cukup besar.

Perubahan tekanan udara yang sangat cepat seperti saat naik pesawat dan terjadi perubahan ketinggian dapat menyebabkan telinga kita seperti meledak. Hal ini disebabkan tekanan di sebelah dalam dan sebelah luar gendang telinga berbeda jauh gendang telinga menggembung. Masalah ini akan sangat berbahaya terutama bagi penumpang bayi yang masih kecil. Untuk mengatasi hal itu bayi biasanya dianjurkan untuk disusui. Hal itu akan membuat pipa penghubung telinga dan kerongkongan terbuka, sehingga tekanan udara dalam telinga dapat segera disamakan dengan tekanan udara luar.

Alat suntik terdiri atas sebuah pengisap kecil dalam suatu silinder. Jika lubang suntik dimasukkan ke dalam cairan obat, kemudian pengisapnya ditarik ke atas, tekanan di bawah pengisap berkurang, sehingga tekanan udara menekan cairan obat dan masuk ke alat suntik.

Naiknya minuman dari botol atau gelas melalui sedotan bekerja atas prinsip yang sama. Ketika minuman disedot lewat sedotan, paru-paru menggembung dan udara masuk ke mulut melalui sedotan. Tekanan udara di permukaan minuman dalam botol terbuka atau dalam gelas lebih besar dari tekanan udara dalam mulut, sehingga menekan minuman naik ke mulutmu.

Latihan 6.5

1. Apa yang dimaksud dengan tekanan, bagaimana hubungan tekanan dengan gaya dan luas permukaan benda ?
2. Mengapa tanggul di tepi sungai pada bagian bawah dibuat lebih tebal daripada bagian atas ?
3. Sebutkan contoh peristiwa dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan prinsip bejana berhubungan!
4. Bagaimana bunyi hukum Pascal ? Berikan contoh alat yang menerapkan hukum Pascal !
5. Bagaimana bunyi hukum Archimedes? Berikan contoh alat yang menerapkan hukum Archimides!

Rangkuman

- Gaya adalah sesuatu yang berupa tarikan atau dorongan. Perubahan oleh gaya dapat berupa benda diam menjadi bergerak, benda bergerak menjadi diam, bentuk dan ukuran benda berubah atau berupa perubahan arah gerak benda.
- Beberapa gaya yang bekerja pada suatu benda dalam satu garis kerja dapat diganti oleh sebuah gaya yang dinamakan *resultan gaya*. Besarnya resultan gaya

$$F_R = F_1 + F_2 + F_3 ... + F_n$$

- *Berat benda* adalah gaya tarik bumi yang bekerja pada benda tersebut. Jadi arah gaya berat selalu menuju pusat bumi. Berbeda dengan berat benda, *massa benda* adalah ukuran banyaknya zat yang terkandung dalam suatu benda. Perbandingan antara berat dengan massa suatu benda disebut *percepatan gravitasi*.
- Gaya gesekan adalah gaya yang timbul akibat persentuhan langsung antara dua permukaan benda dengan arah berlawanan terhadap kecenderungan arah gerak benda.
- Hukum I Newton berbunyi "*Suatu benda yang diam akan tetap diam, dan suatu benda yang sedang bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan tetap/konstan pada lintasan lurus kecuali jika ada gaya luar yang bekerja terhadap benda tersebut* ".
- Hukum II Newton berbunyi "*Benda yang mengalami gaya akan memperoleh percepatan yang besarnya berbanding lurus dengan besar gaya dan berbanding terbalik dengan massanya*. Secara matematik hukum II Newton dapat dirumuskan $F = m \; a$.
- Hukum III Newton berbunyi "*Jika suatu gaya melakukan aksi terhadap suatu benda maka akan timbul gaya reaksi dari benda tersebut dengan arah yang berlawanan*".
- Usaha adalah besarnya perpindahan yang dihasilkan oleh suatu gaya. Satuan usaha dalam SI adalah Joule (J). Usaha yang dilakukan gaya itu dinyatakan sebagai $W = F \; s$.

- Daya adalah usaha atau perubahan energi tiap satu satuan waktu. Satuan daya dalam SI adalah Joule per sekon (J/s) atau Watt

$$P = \frac{W}{t}$$

- Energi adalah kemampuan suatu benda untuk melakukan usaha. Energi memiliki beragam bentuk diantaranya energi listrik, energi panas, energi bunyi, energi cahaya, energi kinetik dan energi potensial.
- Energi di alam adalah tetap, sehingga berlaku hukum kekekalan energi yang menyatakan bahwa : " *energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan tetapi dapat berubah bentuk*".
- Pesawat sederhana adalah alat untuk memudahkan melakukan usaha. Dengan menggunakan pesawat, kita cukup memberikan gaya yang kecil untuk mengangkat atau memindahkan benda-benda yang berat. Yang termasuk dalam alat sederhana antara lain tuas, katrol dan bidang miring.
- Tekanan merupakan besarnya gaya yang bekerja per satuan luas, maka hubungan antara tekanan, gaya dan luas permukaan adalah

$$p = \frac{F}{A}$$

- Tekanan zat cair ditimbulkan gaya gravitasi terhadap massa zat cair dan besarnya bergantung pada kedalaman zat cair dan massa jenis zat cair tersebut.

$$p = \rho \, g \, h$$

- Hukum Pascal menyatakan "*tekanan yang diberikan zat cair dalam ruang tertutup diteruskan ke segala arah dengan sama besar*". Hukum Pascal melandasi kerja alat dongkrak hidrolik, mesin hidrolik pengangkat mobil dan rem piringan hidrolik.
- Hukum Archimedes menyatakan: "*Suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut*". Hukum Archimedes banyak diterapkan dalam berbagai alat seperti kapal laut, hidrometer, jembatan ponton dan kapal selam.
- Kita hidup dalam lautan udara yang disebut atmosfer (lapisan udara). Tekanan udara di permukaan laut rata-rata 76 cmHg (1,013 x 10^5 N/m^2)

Refleksi

Setelah mempelajari bab Gaya, Usaha, dan Energi, apa manfaat yang kamu rasakan? Adakah hubungannya dalam kehidupanmu sehari-hari? Mengapa pesawat sederhana dapat membantu mempermudah usaha yang dilakukan manusia? Apa hubungan antara gaya, usaha, dan daya? Dalam mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Berikan alasanmu. Bagian mana yang belum kamu kuasai? Tuliskan bagian-bagian yang belum kamu kuasai beserta alasannya, kemudian diskusikan dengan guru fisikamu.

Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (×) pada huruf A, B, C, atau D di depan jawaban yang benar!

1. Anak panah yang lepas dari busur menunjukkan perubahan energi potensial menjadi ....
   A. energi kinetik
   B. energi panas
   C. energi cahaya
   D. energi suara
   E. energi listrik
2. Saat suatu gaya bekerja pada benda benda ditunjukkan oleh keadaan berikut, *kecuali* ....
   A. benda diam menjadi bergerak
   B. benda bergerak menjadi diam
   C. benda mengalami perubahan arah gerak
   D. benda mengalami perubahan bentuk
   E. benda bergerak dengan kecepatan tetap
3. Apabila gaya 5 N digambarkan dengan anak panah sepanjang 2 cm, maka gaya 20 N digambarkan sepanjang ....
   A. 4 cm
   B. 5 cm
   C. 8 cm
   D. 10 cm
   E. 12 cm
4. Dua buah gaya F_1 dan F_2 berlawanan arah. Besar masing-masing gaya adalah F_1 = 50 N dan F_2 = 25 N. Resultan kedua gaya itu sama dengan ....
   A. 75 N searah dengan F_2
   B. 75 N searah dengan F_1
   C. 25 N searah dengan F_2
   D. 25 N searah dengan F_1
   E. 50 N searah dengan F_1
5. Massa sebuah benda di Bumi adalah 40 kg. Jika percepatan gravitasi bumi 9,8 m/s^2 dan di bulan 1,6 m/s^2, berat benda itu di bulan adalah ....
   A. 6,5 N
   B. 16 N
   C. 64 N
   D. 245 N
   E. 392 N

6. Sebuah benda berbentuk balok bergerak di atas lantai. Kecepatan balok tersebut semakin lama semakin kecil hingga akhirnya berhenti. Gaya yang mengakibatkan balok tersebut semakin lambat hingga akhirnya berhenti adalah ....
   A. gaya sentuh
   B. gaya gesekan
   C. gaya berat
   D. gaya tekan
   E. gaya gravitasi
7. Apabila gaya 9 N digambarkan dengan anak panah sepanjang 3 cm, maka anak panah sepanjang 15 cm menggambarkan gaya ....
   A. 45 N
   B. 40 N
   C. 35 N
   D. 30 N
   E. 25 N
8. Jika A mendorong meja ke kanan dengan gaya 18 N dan B mendorong ke kiri dengan gaya 7 N maka meja terdorong ....
   A. 11 N ke kanan
   B. 11 N ke kiri
   C. 14 N ke kanan
   D. 14 N ke kiri
   E. 25 N ke kanan
9. Sebongkah batu memiliki berat 48 N ketika ditimbang di bulan. Percepatan gravitasi bulan 1,6 m/s^2. Berapakah massa batu itu jika dibawa ke bumi ?
   A. 48 kg
   B. 30 kg
   C. 24 kg
   D. 5 kg
   E. 3 kg
10. Sebuah peti didorong dengan gaya F dan berpindah sejauh 4 meter. Jika usaha yang dilakukan adalah 800 J, maka besar F adalah ....
   A. 78 N
   B. 82 N
   C. 200 N
   D. 1.600 N
   E. 3.200 N

11. Suatu gaya sebesar 160 N melakukan usaha sebesar 800 J yang searah gerak benda. Maka perpindahan yang akan dialami benda adalah sejauh ....
    A. 2 m
    B. 4 m
    C. 5 m
    D. 16 m
    E. 20 m
12. Sebuah ember berisi air memiliki massa 2,5 kg. Jika seseorang mengangkat ember melalui sebuah katrol sehingga naik sejauh 10 m, maka usaha yang dilakukan anak tersebut adalah ... (g = 10 m/s^2)
    A. 4 J
    B. 25 J
    C. 40 J
    D. 250 J
    E. 400 J
13. Sebuah balok besi ditarik dengan gaya 12 N hingga bergerak dengan kelajuan tetap 5 m/s. Usaha yang dilakukan oleh gaya itu selama 2 sekon adalah ....
    A. 4,8 J
    B. 24 J
    C. 30 J
    D. 60 J
    E. 120 J
14. Pesawat sederhana merupakan suatu alat yang digunakan untuk ....
    A. mempermudah usaha
    B. memperbesar usaha
    C. mengurangi usaha
    D. menghilangkan usaha
    E. melawan gravitasi
15. Katrol tetap yang ditarik dengan gaya 40 N mampu menarik beban sebesar ....
    A. 20 N
    B. 40 N
    C. 60 N
    D. 80 N
    E. 400 N

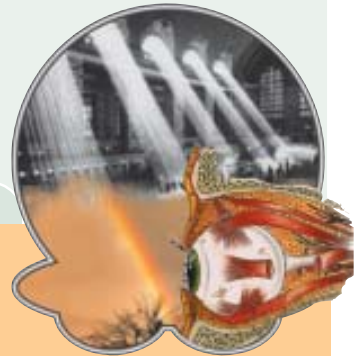
16. Alat yang mempergunakan hukum Pascal dalam cara kerjanya adalah ....
   A. kapal selam
   B. balon udara
   C. pompa hidrolik
   D. hidrometer
   E. jembatan ponton
17. Balok kayu dengan volume 800 cm^3 saat dicelupkan dalam air (g = 9,8 m/s^2, ρ_{air} = 1 g /cm^3), akan mengalami daya angkat sebesar ....
   A. 7,84 N
   B. 78,4 N
   C. 784 N
   D. 7840 N
   E. 78400 N
18. Alat berikut merupakan penerapan dari hukum Archimedes, kecuali ....
   A. balon udara
   B. jembatan ponton
   C. hidrometer
   D. kapal selam
   E. dongkrak hidrolik
19. Jika sebuah pompa hidrolik memiliki luas bidang tekan (A1) sebesar 20 cm^2, dan luas bidang angkat 400 cm^2. Jika gaya yang digunakan untuk mengangkat adalah 5 N, maka besar kemampuan pompa tersebut untuk mengangkat adalah ....
   A. 10 N
   B. 20 N
   C. 100 N
   D. 200 N
   E. 1000 N
20. Air dengan massa jenis 1 g/cm^3 dimasukkan ke dalam pipa U. Setelah salah satu bagian pipa dengan alkohol yang mempunyai massa jenis 0,8 g/cm^3 terjadi selisih ketinggian air dengan alkohol sebesar 3,5 cm. Tinggi alkohol yang dituangkan ke dalam tabung U adalah ....
   A. 1,75 cm
   B. 2,8 cm
   C. 4,75 cm
   D. 17,5 cm
   E. 28 cm

Bab 7

Getaran, Gelombang, dan Optik

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- mendeskripsikan konsep getaran dan gelombang serta parameter-parameternya;
- mendeskripsikan konsep bunyi dalam kehidupan sehari-hari;
- menyelidiki sifat-sifat cahaya dan hubungannya dengan berbagai bentuk cermin dan lensa;
- mendeskripsi-kan alat-alat optik dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep

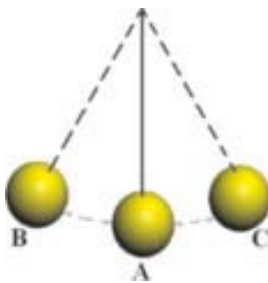
Saat seseorang memetik gitar, apakah terpikir bagaimana bisa gitar menghasilkan suara? Saat kita berjemur kita dapat merasakan hangatnya cahaya Matahari, kenapa cahaya bisa sampai ke Bumi dan menghangatkan badan kita? Bunyi dan cahaya merupakan bentuk energi. Kita sering mendengar orang mengatakan gelombang bunyi atau gelombang cahaya. Apakah bunyi dan cahaya termasuk dalam gelombang? Bagaimana jalan suatu cahaya sehingga kita dapat melihat benda-benda, apa getaran dan apa itu gelombang? Semua itu akan kita pelajari dalam bab ini.

7.1 Getaran dan Gelombang

Saat seorang gitaris memetik gitar tampak senar gitar akan bergetar. Sedangkan saat tangan kita menghentikan getaran maka bunyi dari gitar pun akan menghilang. Begitu pula dengan mengapa kita dapat berbicara dan menghasilkan beragam bunyi dari mulut kita, hal itu terjadi akibat adanya getaran dari pita suara kita. Getaran dari suatu benda akan dirambatkan oleh udara dan menggetarkan gendang telinga kita. Getaran tersebut terbaca oleh saraf otak sehingga kita dapat mendengar bunyi yang dihasilkan.

A. Getaran

Gambar 7.1 Getaran pada pengaris plastik

Sumber : Dokumentasi penulis

Gambar 7.2 Ayunan bandul

Sumber : Dokumentasi penulis

Saat kita meletakkan penggaris plastik di ujung meja seperti pada Gambar 7.1, kemudian kita tarik ke atas ujung A, maka penggaris akan melakukan gerakan turun naik. Gerakan turun naik posisi A ke A-B-A-C-A merupakan suatu getaran. *Getaran* didefinisikan sebagai gerak periodik dengan menempuh lintasan yang sama. *Gerak periodik* adalah gerak yang dialami benda secara berulang-ulang dalam selang waktu yang sama.

Gerakan pada bandul juga merupakan suatu getaran. Hal ini karena bandul berayun secara periodik dan menempuh lintasan yang sama dalam selang waktu yang sama. (Gambar 7.2)

Bila kita membiarkan bandul terus berayun, maka lama-kelamaan bandul tersebut akan semakin pelan dan akhirnya berhenti berayun. Hal itu disebabkan gaya redaman yang melenyapkan energi gerak benda. Gaya redaman sebenarnya dapat diatasi dengan selalu memberi energi pada benda yang bergetar. Contoh, memasang baterai pada jam bandul.

Ciri suatu getaran dinyatakan melalui amplitudo dan frekuensi. *Amplitudo* adalah simpangan maksimum, sedangkan *frekuensi* adalah banyaknya getaran tiap sekon. Frekuensi dinyatakan dalam satuan *Hertz*.

Gambar 7.3 Getaran pegas
Sumber : Dokumentasi penulis

Waktu yang diperlukan bandul atau ayunan untuk melalukan satu kali getaran dinamakan *periode (waktu) getar*. Periode tidak bergantung pada amplitudo. Artinya, berapapun besar simpangan yang kita inginkan, waktu untuk satu periode tetap sama. Satuan periode adalah sekon.

Sehingga saat suatu pegas dengan beban bergetar seperti pada Gambar 7.3, maka jauh dari titik A ke B adalah besar simpangan atau amplitudo. Jika pegas bergetar 10 kali dalam waktu 5 detik, maka getaran pegas akan memiliki frekuensi $\frac{10}{5}$ atau 2 Hertz. Periode dari getarannya adalah atau 0,5 sekon.

Jika kamu perhatikan besar ferukensi di atas yaitu dan periodenya dan mengingat frekuensi menyatakan banyaknya getaran dalam satu sekon, sedangkan periode menyatakan waktu yang dinyatakan untuk satu kali getaran, berarti

f =

Dengan
f = frekuensi (Hz)
T = periode (s).

25 kali
5 sekon

Contoh soal

Suatu bandul berayun 25 kali dalam waktu 5 sekon. Tentukanlah frekuensi dan perioda dari getaran bandul tersebut !

Penyelesaian:

f = getaran waktu

=

= 5 Hz

T = = = 0,2 sekon

Hubungan frekuensi dan periode seperti itu tidak hanya berlaku pada getaran, melainkan juga pada gelombang bunyi, cahaya, dan sebagainya yang akan dibahas kemudian. Untuk lebih memahami perbedaan frekuensi dan periode kita lakukan percobaan 7.1 berikut.

Percobaan 7.1 **Perioda dan Frekuensi**

Tujuan percobaan: siswa mampu menunjukkan perbedaan perioda dan frekuensi dari suatu getaran.

Alat dan Bahan: pegas, beban dan *stopwacth*.

Langkah Percobaan:

Gambar 7.4 Beban pada pegas
Sumber : Dokumentasi penulis

1. Gantungkan sebuah beban pada pegas seperti pada Gambar 7.4.
2. Tarik beban sedikit ke bawah dan lepaskan sehingga pegas bergerak turun naik tanpa terjadi gerakan ke arah samping.
3. Saat ayunan pegas stabil nyalakan *stopwacth*.
4. Matikan *stopwacth* saat pegas telah berayun 10 kali.
5. Catat waktu yang ditunjukkan oleh *stopwacth*.
6. Tentukan waktu yang diperlukan untuk 1 kali ayunan.
7. Tentukan jumlah ayunan yang terjadi dalam 1 detik.
8. Buat kesimpulan dari hasil pekerjaanmu!

B. Gelombang

Saat kamu melemparkan batu ke kolam yang tenang, tampak permukaan air membentuk bukit dan lembah yang merambat di atas permukaan air. Getaran terus merambat menjauhi tempat jatuhnya batu dan semakin melebar. Bentuk permukaan air seperti bukit dan lembah yang merambat inilah yang disebut *gelombang*.

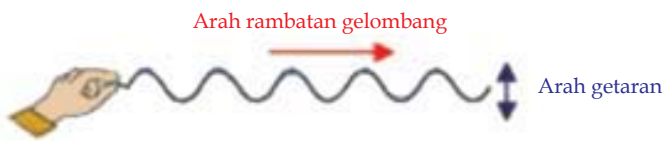
Jika ada daun di atas permukaan air maka saat terbentuk gelombang tampak daun ikut bergerak turun naik tapi tidak berpindah. Hal itu menunjukkan Medium tempat gelombang merambat tidak bergerak bersama rambatan gelombangnya. Medium hanya bergetar di sekitar kedudukan normalnya. Kedudukan normal merupakan kedudukan permukaan air sebelum batu jatuh.

Saat angin membentuk gelombang pada permukaan laut maka gelombang akan merambat ke pantai dan pecah sebagai ombak. Ombak yang menghantam kita saat dipantai mampu membuat kita terjatuh, hal ini menunjukkan dalam perambatannya, gelombang membawa energi.

Gelombang seperti gelombang air atau suara memerlukan medium untuk merambat. Gelombang seperti ini disebut sebagai gelombang mekanik. Sedangkan gelombang elektromagnet seperti cahaya tidak memerlukan medium rambat. Berdasarkan arah rambatannya gelombang dibedakan menjadi gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

1. Gelombang transversal

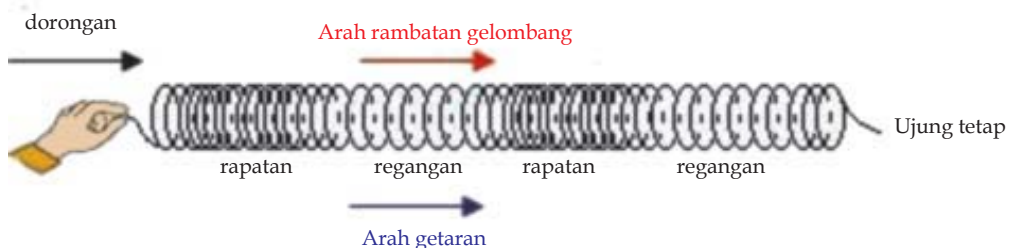
Saat gelombang pada permukaan air terbentuk tampak bukit dan lembah, dan daun diatasnya bergerak turun naik. Gelombang pada air tersebut termasuk dalam gelombang transversal. Gelombang transversal adalah gelombang yang merambat dengan arah rambatan tegak lurus dengan arah getaran.

Perhatikan getaran yang terbentuk pada tali yang digetarkan naik turun seperti yang tampak pada Gambar 7.5. Tali yang digerakkan membentuk gelombang, bila tenaga dari tangan kita mengarah ke atas, maka bagian tali ujung ikut naik. Getaran merambat melalui bukit gelombang, kemudian diikuti oleh lembah gelombang. Bukit dan lembah gelombang terbentuk akibat gaya dalam tali menentang perubahan bentuk tali.

Gambar 7.5 Gelombang transversal
Sumber : Dokumentasi penulis

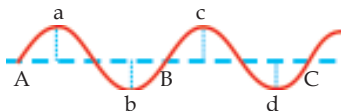
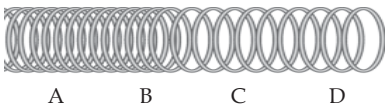
Demikian halnya jika ujung tali digerakkan ke bawah, bagian tali di dekatnya akan bergerak ke bawah. Dengan demikian, gerakan pada salah satu titik pada tali itu senantiasa menimbulkan gerakan pada titik yang lain.

Selama perambatan gelombang seolah-olah ada suatu bentuk gelombang yang berpindah-pindah tempat. Tetapi, sesungguhnya tidak ada satu titik pun dalam tali yang berpindah tempat. Yang berpindah hanya gerakan tali, bukan partikel tali.

2. Gelombang longitudinal

Slinski atau kumparan kawat yang jumlahnya banyak saat diberi tenaga pada salah satu ujungnya akan menunjukan gejala gelombang longitudinal. Gelombang longitudinal ialah gelombang yang merambat dengan arah rambatan berimpit dengan arah getaran. (Gambar 7.6) Gelombang longitudinal tidak berbentuk deretan bukit dan lembah gelombang, tetapi deretan rapatan dan renggangan. Gelombang longitudinal dapat terjadi dalam zat padat, zat cair, dan gas.

Gambar 7.6 Gelombang longitudinal
Sumber : Dokumentasi penulis

Gelombang yang terbentuk pada slinski berbentuk rapatan dan regangan yang arahnya sama dengan arah rambatannya. Perhatikan Gambar 7.5. jika ujung slinski (*P*) kita tepuk dengan tangan akan muncul suatu rapatan yang merambat di sepanjang slinski. Jika ujung *P* kita tarik ke kiri, maka akan tampak suatu renggangan yang merambat di sepanjang slinski. Tiap kumparan memulai gerakannya dengan simpangan ke kiri. Kalau ujung kumparan *Q* tidak dipaku, maka kumparan juga akan bergerak ke kiri. Akibatnya terjadi suatu rapatan pada ujung yang bebas.

C. Besaran-Besaran Gelombang

Gambar 7.7 Panjang gelombang transversal

Gambar 7.8 Panjang gelombang longitudinal

Sumber : Dokumentasi penulis

Panjang gelombang (λ) ialah jarak yang ditempuh gelombang dalam satu periode. Panjang gelombang untuk gelombang transversal menyatakan satu bukit gelombang ditambah satu lembah gelombang. Jadi, satu panjang gelombang transversal ialah jarak AB atau BC. Sedangkan titik a, b, c, dan d menunjukkan simpangan paling besar atau amplitudo (Gambar 7.7)

Panjang gelombang untuk gelombang longitudinal adalah jarak antara dua rapatan atau dua renggangan yang berdekatan. Dalam Gambar 7.8, satu panjang gelombang longitudinal, yakni jarak AC atau, BD.

Contoh soal

Dalam suatu tali nilon sepanjang 5 meter yang dihentakkan terbentuk 2 bukit dan 2 lembah. Berapakah panjang gelombang pada tali tersebut ?

Penyelesaian :

2 bukit dan 2 lembah = 2 gelombang

Panjang tali = 5 m

Panjang 1 gelombang =

=

= 2,5 m

Cepat rambat gelombang ialah jarak yang ditempuh gelombang dalam satu sekon. Cepat rambat gelombang dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$v =$$

Contoh soal

Jika suatu gelombang memiliki panjang gelombang 40 cm dan periodanya adalah 0,2 sekon. Tentukan cepat rambat gelombangnya !

Penyelesaian :

λ = 40 cm = 0,4 m

T = 0,2 s

v = = = 0,2 m/s

Hubungan frekuensi dengan periode adalah

$$f =$$

Maka cepat rambat gelombang dapat juga dinyatakan sebagai

$$v = f\,\lambda$$

Dengan: v = cepat rambat (m/s)

T = periode (s).

f = frekuensi (Hz)

λ = panjang gelombang (m)

0,4 m 1 2 m panjang tali

T 0,2 s jumlah gelombang

Contoh soal

Tali sepanjang 2 m, membentuk 5 gelombang dengan frekuensi 40 Hz. Tentukan cepat rambat gelombang pada tali tersebut.

Penyelesaian:

Panjang tali = 2 m

Jumlah gelombang = 5

f = 40 Hz

λ =

=

= 0,4 m

v = $f\,\lambda$

= 40 Hz × 0,4 m

= 16 m/s

Percobaan 7.2 **Gelombang Transversal dan Longitudinal**

Tujuan percobaan: siswa mampu menunjukkan perbedaan gelombang tranversal dan gelombang longitudinal.

Alat dan Bahan: slinski.

Langkah Percobaan:

A. Gelombang tranversal

1. Ikat salah satu ujung slinski.
2. Hentakan ujung lain yang bebas kearah atas sehingga terbentuk bukit dan lembah pada slinski.
3. Amati dan buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!

B. Gelombang longitudinal

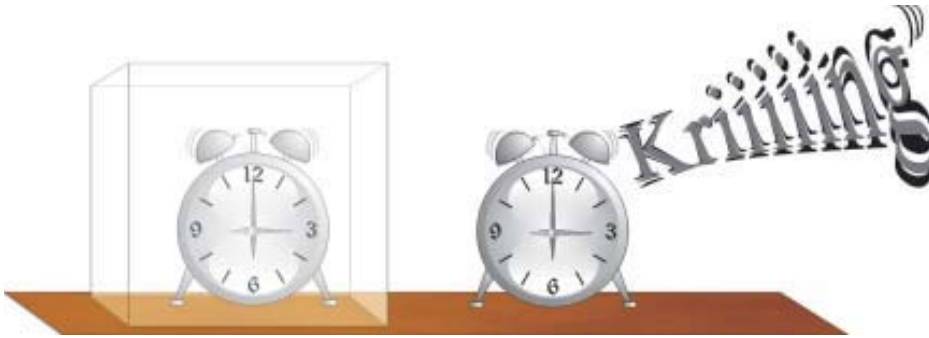
1. Ikat salah satu ujung slinski.
2. Rentangkan ujung lain yang bebas.
3. Hentakan ke arah depan sehingga terjadi rapatan dan renggangan dalam slinki.
4. Amati dan buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!

Latihan 7.1

1. Apa yang dimaksud dengan getaran ? Jelaskan dan beri contoh !
2. Besaran apa saja yang menjadi karakteristik suatu gelombang? Jelaskan!
3. Hitunglah frekuensi getaran bila periodanya 25 sekon!
4. Jelaskan perbedaan gelombang longitudinal dan gelombang transversal.
5. Bila panjang gelombang 60 meter dan cepat rambat gelombang 100m/s. Hitunglah frekuensi gelombang?

7.2 Bunyi dan Perambatannya

Bunyi terjadi bila ada sumber bunyi yang bergetar. Bunyi yang dihasilkan oleh sumber bunyi kemudian merambat melalui zat antara, misalnya udara. Tanpa zat antara, bunyi tidak mungkin merambat. Bunyi yang merambat lalu menggetarkan selaput gendang telinga sehingga kita mendengar bunyi itu. Dengan demikian, syarat terjadi dan terdengarnya bunyi yaitu: ada sumber bunyi, misalnya gendang, gitar, dan garputala,

ada zat antara (medium), misalnya udara dan ada penerima di sekitar bunyi. Medium perambatan bunyi bisa berupa zat padat, zat cair, atau gas. Bunyi tidak dapat merambat melalui ruang hampa udara.

Gambar 7.9 Bunyi tidak dapat merambat dalam ruang hampa udara.
Sumber : Dokumentasi penulis

Kuat bunyi bergantung pada *amplitudo* dan jarak sumber bunyi dari penerima. Makin besar amplitudo sumber bunyi, makin kuat bunyi yang terdengar.

Percobaan 7.3 **Bunyi**

Tujuan percobaan:	siswa mampu menunjukkan keterkaitan getaran pada sumber bunyi dan bunyi yang dihasilkan.
Alat dan Bahan:	garputala, gitar dan gendang.

Langkah Percobaan:

1. Sediakan garputala dengan frekuensi 300 Hz!
2. Pukul dan amati apa yang terjadi pada garputala!
3. Sediakan gendang atau rebana kecil!
4. Pukul dan amati apa yang terjadi pada permukaannya!
5. Sediakan gitar atau alat musik bersenar lainnya!
6. Petik dan amati senar gitarnya!
7. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!

A. Daerah Pendengaran Manusia

Telinga manusia hanya mampu mendengar bunyi yang frekuensinya berkisar antara 20 Hz sampai 20.000 Hz. Daerah yang berada pada rentang frekuensi antara 20 Hz dan 20.000 Hz disebut dengan *frekuensi audio*. Bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz disebut *infrasonik*, sedangkan bunyi yang frekuensinya lebih dari 20.000 Hz disebut *ultrasonik*.

Jangkrik dapat mendengar bunyi *infrasonik* sehingga langkah manusia sudah terdengar olehnya dari jarak yang jauh. Anjing, kelelawar, dan ikan lumba-lumba juga dapat mendengar bunyi infrasonik.

Kelelawar dapat menghasilkan bunyi *ultrasonik*. Bunyi ultrasonik dipantulkan oleh benda-benda yang ada di sekitar kelelawar. Bunyi pantulan ini diterima kembali oleh alat penerima pada kelelawar. Itulah sebabnya kelelawar dapat menghindari tabrakan dan dapat menentukan letak mangsanya.

Di dalam industri, bunyi ultrasonik digunakan misalnya gelombang ultrasonik untuk mengaduk susu supaya rata, mensterilkan makanan dalam kaleng dan meratakan campuran besi dan timah yang dilebur.

B. Resonansi

Resonansi ialah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena pengaruh getaran benda lain. Peristiwa resonansi terjadi bila frekuensi getar dua benda tersebut sama. Peristiwa resonansi dapat dinyatakan dengan Percobaan 7.4 sebagai berikut.

Percobaan 7.4 — Resonansi

Tujuan percobaan:	siswa mampu menunjukkan peristiwa resonansi pada suatu benda.
Alat dan Bahan:	garputala dan kotak resonansi.

Langkah Percobaan:

1. Sediakan dua buah garputala dengan frekuensi yang sama.

Gambar 7.10 Resonansi pada garputala dengan frekuensi sama.
Sumber : Dokumentasi penulis

2. Pasanglah masing-masing garputala pada kotak resonansi yang saling berdekatan.
3. Pukul salah satu garputala sehingga bergetar amati apa yang terjadi pada garputala yang tidak dipukul.
4. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!

Banyak alat musik yang menggunakan alat resonansi. Contoh: gitar, saksofon, klarinet, terompet, biola, gamelan, seruling dan harmonika. Selaput juga mengalami resonansi terhadap segala getaran., baik getaran dengan frekuensi besar maupun kecil. Semakin tipis suatu selaput, semakin mudah beresonansi.

Salah satu selaput tipis yang sangat penting adalah selaput gendang telinga. Selaput *gendang telinga* mudah beresonansi dengan segala macam getaran. Itulah sebabnya mengapa kita menangkap bunyi yang lemah maupun bunyi yang keras.

Selain bisa memberi manfaat, resonansi juga bisa merugikan. Bunyi yang kuat sekali dapat merusak gendang telinga, memecahkan gelas, bahkan dapat merobohkan gedung. Ledakan bom dapat memecahkan kaca jendela dan pintu gedung yang tempatnya tidak terlalu jauh dari tempat ledakan. Sepasukan prajurit tidak boleh berbaris dengan langkah yang sama apabila melalui jembatan, karena dapat meruntuhkan jembatan. Getaran yang ditimbulkan kereta api dapat merusak gedung bertingkat di dekatnya.

C. Pemantulan bunyi

Kelelawar dapat mengetahui buah yang matang bukan dari bau atau warna buah tetapi dari pantulan suaranya. Begitu juga kenapa dokter dapat mendengarkan detak jantung atau gerakan nafas dari orang sakit. Hal itu dapat terjadi karena suara dapat mengalami pemantulan.

Saat rambatan bunyi terhalang oleh benda, maka akan mengalami pemantulan. Peristiwa pemantulan bunyi selalu mengikuti *hukum-hukum pemantulan* yaitu (1) *Bunyi yang datang, bunyi yang dipantulkan, dan garis normal selalu terletak pada satu bidang pantul* dan (2) *Sudut datang* (i) *sama dengan sudut pantul* (r). Yang dimaksud dengan garis normal adalah garis yang ditarik tegak lurus pada bidang pantul.

Peristiwa pemantulan bunyi terjadi ketika kita berteriak di tepi gunung karena suara kita membentur lereng gunung. Akibatnya kita akan mendengar kembali sura kita sesaat setelah kita berhenti. Waktu yang diperlukan untuk rambatan suara kembali tergantung pada jarak antara kita dengan lereng pemantulnya. Hal ini dimanfaatkan untuk menentukan kedalaman laut atau untuk mencari logam yang tengelam di dasar laut dengan menggunakan *sonar*. Cepat rambat dalam bunyi dalam air laut diketahui, yaitu 1.500 m/s. Persamaan yang digunakan untuk mengukur kedalam laut (d) adalah

$$d = \frac{v\,t}{2}$$

dengan: v = cepat rambat bunyi dalam air.
t = waktu untuk bunyi untuk kembali ke kapal.

Contoh soal

Sonar laut yang dipancarkan kembali setelah 8 sekon, jika cepat rambat bunyi dalam air laut 1.500 m/s. Tentukan kedalaman laut yang diukur !

Penyelesaian:

v = 1.500 m/s

t = 5 s

d =

=

= 6000 m

= 6 km

Kita sering mendengar pantulan bunyi yang hampir bersamaan dengan suara aslinya. Hal ini biasanya terjadi jika ruangan kosong atau luas. Bunyi pantul yang terdengar hampir bersamaan dengan bunyi asli disebut dengan gaung. Gaung menyebabkan bunyi asli menjadi tidak jelas. Untuk menghindari gaung maka pada dinding ruangan gedung bioskop, studio radio, dan TV biasanya dilapisi dengan peredam bunyi bisa berupa karton, wol, karet dan busa.

Terkadang juga terdengar pantulan suara sesudah suara yang aslinya. Pantulan suara seperti itu disebut dengan gema. Gema terdengar bila jarak antara sumber bunyi dan dinding yang memantulkan bunyi harus lebih besar dari 17 meter.

Latihan 7.2

1. Apa keterkaitan antara getaran dan bunyi pada sumber bunyi ?
2. Jelaskan perbedaan antara infrasonik, ultrasonik, audiosonik.
3. Apa yang dimaksud dengan resonansi? Beri contoh kejadian yang disebabkan oleh resonansi !
4. Sebutkan contoh dalam kehidupan sehari-hari tentang pemanfaatan dan dampak pemantulan bunyi.
5. Apa perbedaan gema dan gaung? Jelaskan dan beri contoh !

7.3 Cahaya

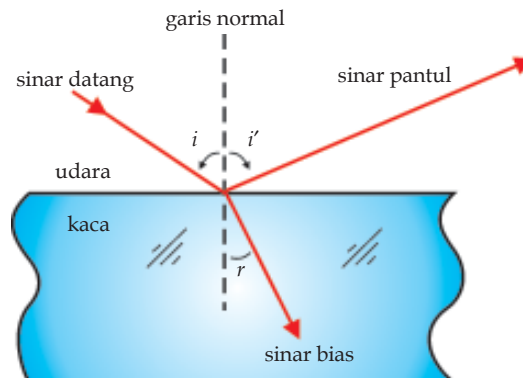
Cahaya, apakah kamu tahu apa itu cahaya? Mengapa dengan adanya cahaya kita dapat melihat lingkungan sekitar kita? Cahaya Matahari yang begitu terang dapat membentuk pelangi setelah hujan berlalu? Mengapa cahaya Matahari dapat menghasilkan pelangi yang berwarna warni?

Gambar 7.11 Cahaya Matahari
Sumber : http://acept.la.asu.edu/

A. Rambatan Cahaya

Cahaya yang dipancarkan oleh sebuah sumber cahaya merambat ke segala arah. Bila medium yang dilaluinya homogen, maka cahaya merambat menurut garis lurus. Bukti cahaya merambat lurus tampak pada berkas cahaya matahari yang menembus masuk ke dalam ruangan yang gelap. Demikian pula dengan berkas lampu sorot pada malam hari. Berkas-berkas itu tampak sebagai batang putih yang lurus.

Gambar 7.12 Cahaya merambat lurus
Sumber : http://acept.la.asu.edu/

Ketika menyentuh permukaan suatu benda maka rambatan cahaya akan mengalami dua hal, yaitu pemantulan atau pembiasan. Pemantulan biasanya dialami benda yang tidak tembus cahaya, sedangkan pembiasan terjadi pada benda yang transparan atau tembus cahaya.

Gambar 7.13 rambatan cahaya yang dipantulkan dan dibiaskan
Sumber : Dokumentasi penulis

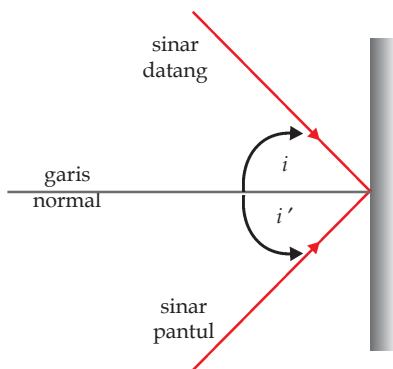
B. Pemantulan Cahaya

Kita dapat melihat benda di sekitar kita karena benda itu memantulkan cahaya. Kemudian cahaya pantulan itu masuk ke mata kita. Jelas tidaknya benda tergantung pada banyaknya cahaya yang dipantulkan oleh benda.

Benda tampak berwarna merah karena benda tersebut memantulkan spektrum warna merah dan menyerap spektrum warna lain. Benda tampak hitam karena benda tidak memantulkan cahaya tetapi menyerap semua spektrum warna, sedangkan benda putih akan memantulkan semua cahaya.

Gambar 7.14 Jenis pemantulan cahaya(a) teratur (b) baur

Sumber : Dokumentasi penulis

Berdasarkan bentuk permukaan benda yang memantulkan cahaya, maka ada dua jenis pemantulan, yaitu pemantulan *baur* dan pemantulan *teratur*. Pemantulan teratur terjadi pada benda dengan permukaan rata sedangkan pemantulan baur terjadi pada benda dengan permukaan tidak teratur.

Gambar 7.15 Hukum pemantulan cahaya

Sumber : Dokumentasi penulis

Cermin, benda berwarna putih, dan logam yang mengkilap hampir memantulkan semua cahaya yang mengenainya. Ketika kita berdiri di depan cermin akan tampak bayangan kita di dalamnya. Bayangan yang bagus bisa dihasilkan jika dipantulkan secara teratur oleh suatu permukaan. Pemantulan teratur seperti yang terjadi pada cermin (Gambar 7.15), mengikuti hukum pemantulan cahaya yang dikemukakan oleh Willebord Snell (1591-1626). Hukum Snell berbunyi sebagai berikut:

- Sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar.
- Sudut datang (i) sama dengan sudut pantul (i').

1. Pemantulan pada cermin datar

Gambar 7.16 Pembentukan bayangan pada cermin datar

Sumber : http://www.opticalres.com/

Pada cermin datar sinar datang yang sejajar garis normal akan dipantulkan dengan arah yang sama, sedangkan sinar yang datang dengan sudut i akan dipantulkan dengan sudut pantul i', dimana besarnya $i = i'$. Sinar pantul kemudian diperpanjang sehingga saling berpotongan. Perpotongan sinar pantul akan membentuk bayangan seperti pada gambar 7.16.

Bayangan yang terbentuk pada cermin datar bersifat maya atau semu. Disebut bayangan maya karena bayangan tersebut dibentuk melalui

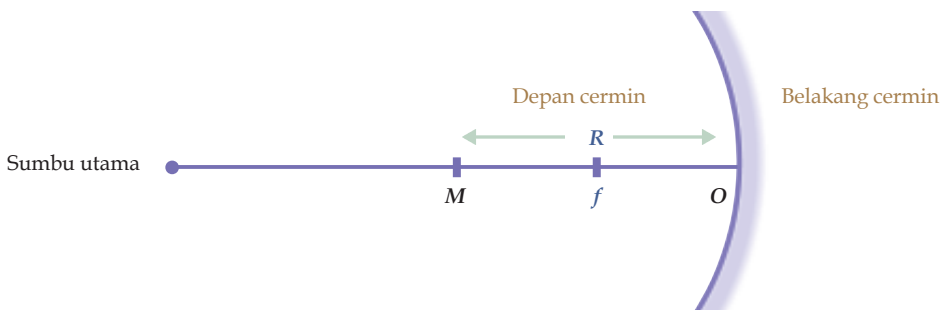
perpanjangan sinar-sinar cahaya. Bila bayangan tersebut dibentuk langsung oleh sinar-sinar cahaya, tanpa ada perpanjangan sinar, disebut bayangan nyata.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa sifat bayangan pada cermin datar adalah sebagai berikut:

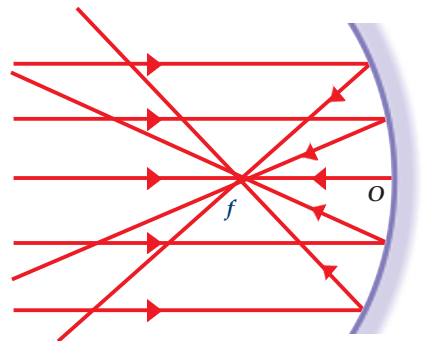
- Jarak bayangan ke cermin sama dengan jarak benda ke cermin.
- Tinggi (besar) bayang sama dengan tinggi (besar) benda
- Maya (semu)

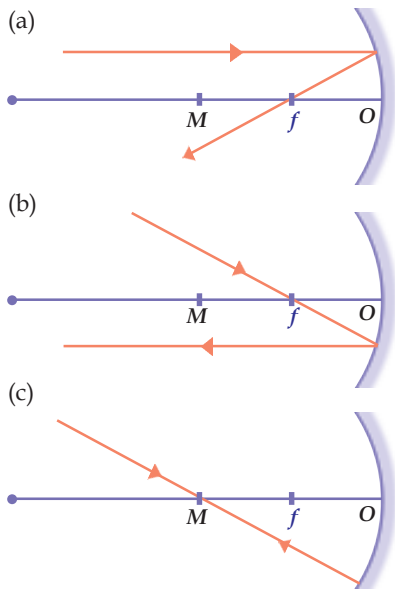
Bila kita amati suatu benda melalui sebuah cermin, maka kita akan melihat objek asli dengan bayangannya benar-benar mirip, tingginya sama, jaraknya sama hanya bagian kiri terbalik menjadi bagian kanan

2. Pemantulan pada cermin cekung

Cermin cekung merupakan cermin yang terbentuk dari suatu bola. Dengan lapisan sebelah dalam yang berfungsi sebagai cermin. Jarak cermin terhadap titik pusat bola pembentuknya disebut jari-jari. Setengah dari jari-jari terdapat suatu titik yang merupakan fokus dari cermin tersebut. Fokus biasa dilambangkan dengan f sedangkan jari-jari dengan *R*.

Gambar 7.17 Titik pusat kelengkungan (*M*), titik fokus(*f*) dan titik pusat bidang(O) cermin cekung.

Sumber : Dokumentasi penulis

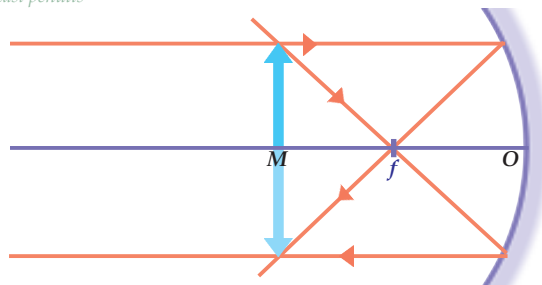
Titik fokus (*f*) cermin cekung berada di depan cermin cekung. Oleh karena itu, jarak fokus (*f*) cermin cekung bernilai positif. Cermin cekung (konkaf) merupakan cermin konvergen, yakni bersifat mengumpulkan sinar. (Gambar 7.18) Sinar-sinar yang menuju cermin cekung dipantulkan dan berpotongan pada suatu titik. Titik tersebut dinamakan *titik fokus*.

Gambar 7.18 Sifat konvegen cermin cekung

Sumber : Dokumentasi penulis

Gambar 7.19 Lukisan sinar-sinar istimewa pada cermin cekung

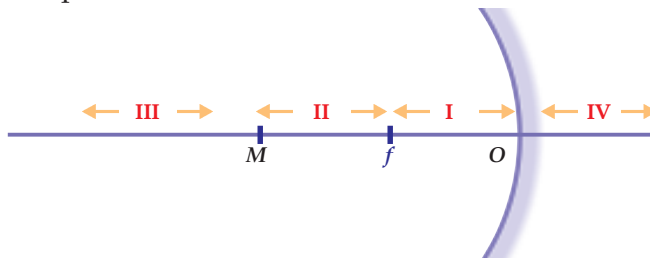
Sumber : Dokumentasi penulis

Pada cermin cekung terdapat tiga sinar istimewa yang dapat digunakan untuk melukis bayangan. Tiga sinar istimewa tersebut adalah sebagai berikut.

- Sinar datang yang sejajar dengan sumbu utama dipantulkan melalui titik fokus utama (*f*). (Gambar 7.19(a))
- Sinar datang yang melalui titik fokus utama (*f*) dipantulkan sejajar dengan sumbu utama. (Gambar 7.19(b))
- Sinar datang yang melalui titik pusat kelengkungan (*M*) dipantulkan melalui *M* juga. (Gambar 7.19(c))

Sehingga jika kita melukiskan jalan sinar dari suatu benda terletak pada titik M akan tampak seperti Gambar 7.20. Tampak benda berada pada posisi yang sama dalam keadaan terbalik dan terbentuk dari perpotongan sinar pantul sehingga bayangan merupakan bayangan yang nyata.

Gambar 7.20 Jalan sinar pembentukan bayangan

Sumber : Dokumentasi penulis

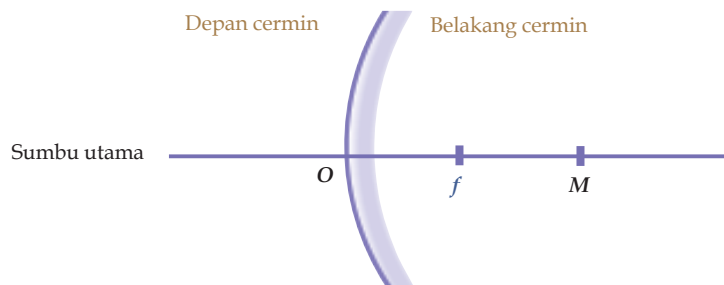
Bagaimana sifat bayangan yang dihasilkan jika pada posisi yang berbeda. Sifat bayangan yang dihasilkan benda yang terletak antara antara pusat kelengkungan cermin (*M*) dan titik fokus dengan antara titik fokus dan titik pusat bidang cermin. Berdasarkan hal itu cermin cekung dibagi dalam empat ruang seperti pada Gambar 7.21.

Gambar 7.21 Ruang dalam cermin cekung

Sumber : Dokumentasi penulis

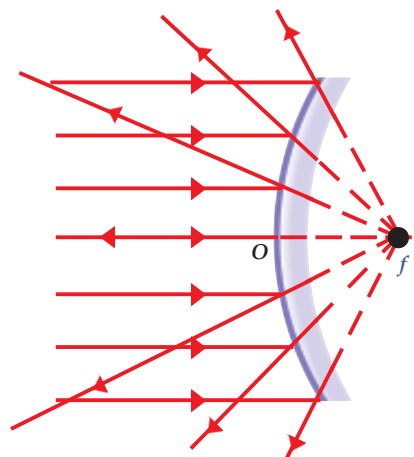
Bayangan yang dibentuk oleh cermin cekung bisa berupa bayangan nyata atau maya. Hal ini tergantung pada tempat benda semula berada. Beberapa sifat bayangan dari cermin cekung adalah sebagai berikut.

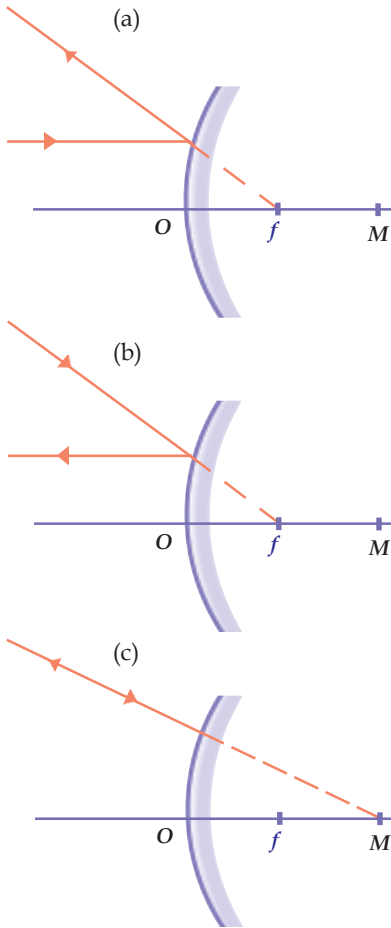
- Benda di ruang I akan menghasilkan bayangan di ruang IV yang bersifat maya, tegak diperbesar.
- Benda di ruang II akan menghasilkan bayangan di ruang III yang bersifat nyata, terbalik diperbesar.
- Benda di ruang III akan menghasilkan bayangan di ruang II yang bersifat nyata, terbalik diperkecil.

3. Cermin cembung dan sifatnya

Cermin cembung merupakan cermin yang terbentuk dari suatu bola. Dengan lapisan sebelah luar yang berfungsi sebagai cermin. Titik fokus dan titik pusat kelengkungan pada cermin cembung ada di sebelah belakang cermin.(Gambar 7.22). Titik fokus (f) cermin cembung berada di belakang cermin sehingga jarak titik fokus cermin cembung bernilai negatif.

Gambar 7.22 Titik pusat kelengkungan (M), titik fokus(f) dan titik pusat bidang (O) cermin cembung

Sumber : Dokumentasi penulis

Cermin cembung bersifat divergen atau menyebarkan cahaya. Sinar-sinar sejajar yang datang akan dipantulkan menyebar oleh permukaan cermin cembung. (Gambar 7.23)

Gambasr 7.23 Sifat divergen cermin cembung

Sumber : Dokumentasi penulis

Untuk melukis bayangan yang dibentuk oleh cermin cembung digunakan tiga sinar istimewa.

- Sinar datang yang sejajar dengan sumbu utama dipantulkan seolah-olah berasal dari titik fokus utama (*f*). (Gambar 7.24(a))

- Sinar datang yang melalui titik fokus utama (*f*) dipantulkan sejajar dengan sumbu utama. (Gambar 7.24(b))

- Sinar datang yang melalui titik pusat kelengkungan (*M*) dipantulkan seolah-olah berasal dari titik pusat kelengkungan (*M*). (Gambar 7.24(c))

Gambar 7.24 Sinar-sinar istimewa pada cermin cembung

Sumber : Dokumentasi penulis

Benda nyata yang dapat membentuk bayangan pada cermin cembung selalu berada di depan cermin cembung, dan bayangan yang dihasilkan akan selalu berada di dalam cermin dengan sifat bayangan maya, tegak dan diperkecil. (Gambar 7.25)

Cermin cembung biasanya digunakan untuk kaca spion pada mobil. Dengan adanya kaca spion kita dapat mengamati kendaraan yang ada di belakang dengan rentang pandangan yang lebar. Tetapi pengemudi tidak dapat menduga jarak kendaraan yang mendekatinya berdasarkan ukuran atau kedudukan bayangan di dalam cermin. Untuk mengatasi hal ini digunakan pula cermin datar. Dengan menggunakan cermin datar, jarak mobil lain yang ada di belakang mobil kita dapat ditentukan dengan lebih tepat.

Gambar 7.25 Pembentukan bayangan dalam cermin cembung

Sumber : Dokumentasi penulis

4. Titik fokus, jarak benda, jarak bayangan dan pembesaran

Cermin cekung dan cermin cembung akan memiliki kelengkungan, sehingga jarak bayangan dan pembesarannya akan dipengaruhi oleh nilai titik fokus dari cermin tersebut. Jarak benda dari depan cermin juga akan menentukan jarak dan ukuran bayangan yang dihasilkan. Selain itu sifat bayangan pun ditentukan oleh jarak benda apakah berada diantara titik fokus dan cermin atau antara titik fokus dan titik tak hingga. Hubungan antara jarak benda, jarak bayangan dan titik fokus dinyatakan dalam persamaan:

$$\frac{1}{f} = \quad + $$

dengan: f = titik fokus cermin
s = jarak benda
s' = jarak bayangan

Contoh soal

1. Sebuah benda diletakkan pada jarak 10 cm di depan cermin cekung yang memiliki titik fokus 5 cm. Tentukan jarak bayangan yang akan dihasilkan oleh cermin tersebut!

Penyelesaian :

f = 5 cm
s = 10 cm

$= \quad +$

$= \quad +$

$= \quad -$

$=$

s' = 10 cm

Perlu diperhatikan bahwa cermin cembung memiliki titik fokus di dalam cermin sehingga fokus dari cermin cembung bernilai negatif.

2. Sebuah benda diletakkan pada jarak 10 cm di depan cermin cembung yang memiliki titik fokus 5 cm. Tentukan jarak bayangan yang akan dihasilkan oleh cermin tersebut !

Penyelesaian:

f = - 5 cm

s = 10 cm

= +

= +

= - –

= -

s' = - cm

Tanda negatif (-) pada jarak bayangan menunjukkan bahwa bayangan yang dihasilkan berada dalam cermin atau bersifat maya.

Perbesaran bayangan (M) didefinisikan sebagai nilai mutlak jarak bayangan (s') dibagi dengan jarak benda (s)). Rumusnya adalah

M =

Nilai mutlak dari perbandingan ini menunjukkan bahwa pembesaran selalu bernilai positif.

Contoh soal

Suatu benda yang berada pada jarak 10 cm didepan cermin cembung dengan fokus 5 cm ternyata menghasilkan jarak bayangan - cm. Tentukan pembesaran yang terjadi pada cermin tersebut.

Penyelesaian:

M = = =

Pembesaran sebenarnya merupakan perubahan ukuran dari benda setelah menjadi bayangan. Dengan demikian pembesaran merupakan perbandingan antara ukuran bayangan dengan ukuran benda semula. Jika tinggi bayangan mewakili ukuran bayangan dan dinyatakan dengan h', sedangkan tinggi benda dinyatakan dengan h, maka pembesaran dirumuskan sebagai

$$M =$$

Contoh soal

Sebuah benda setinggi 4 cm berada pada jarak 3 cm di depan cermin cekung yang memiliki titik fokus 5 cm. Tentukan:

a. Jarak bayangan,

b. pembesaran ,

c. tinggi bayangan!

Penyelesaian :

a. s = 3cm , f = 5 cm

= +

15 cm

2

3 cm

= +

= –

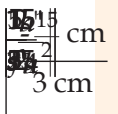
= -

s' = cm

b. M = = = $\frac{5}{2}$

c. M =

=

h' = 10 cm

Percobaan 7.5 **Pemantulan Cahaya**

Tujuan percobaan:
- siswa mampu menerapkan hukum pemantulan cahaya cermin datar.
- siswa mampu mengaitkan hubungan antara jarak bayangan, jarak benda dan titik fokus.

Alat dan Bahan: cermin datar, cakra optik, cermin cekung, meja optik, lilin, layer/kertas putih.

Langkah Percobaan:

A. Cermin Datar

1. Letakkan cermin datar di pusat cakra optik!
2. Letakkan lilin di depan cermin dan nyalakan!
3. Amati bayangan yang terbentuk pada cermin!
4. Ubah sudut dengan cara memutar cakra mulai dari 30°, 45° dan 60°. Amati bayangan cahaya lilin yang dihasilkan!
5. Buat kesimpulan dari hasil pekerjaanmu!

B. Cermin Cekung

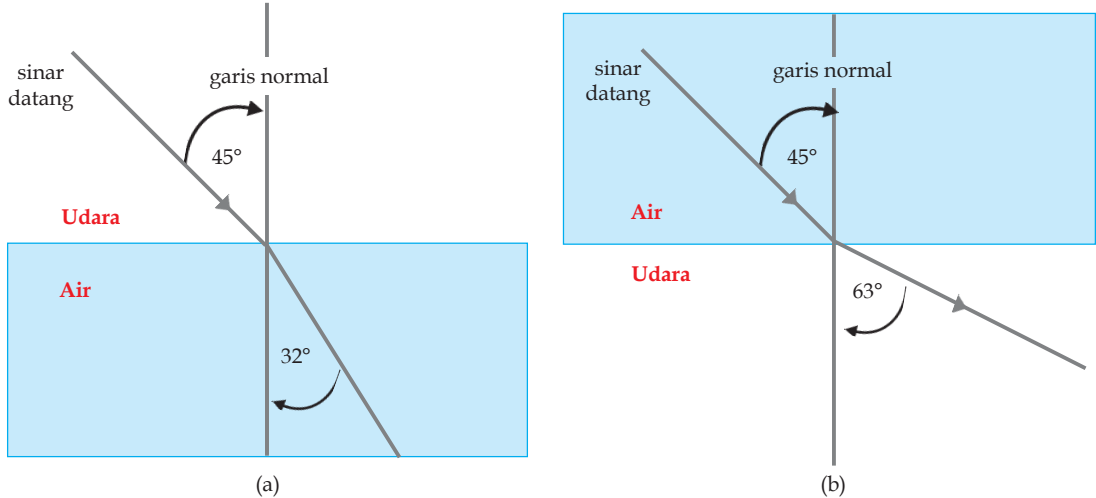
1. Susun pada meja optik dengan cara sejajar, cermin cembung dan lilin!
2. Letakkan lilin dengan jarak yang sangat dekat dengan cermin dan nyalakan!
3. Amati bayangan yang terjadi!
4. Geser lilin menjauh sejajar cermin!
5. Amati bayangan yang terbentuk dan gunakan layar jika kamu tidak menemukan bayangan dalam cermin!
6. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!

C. Pembiasan Cahaya

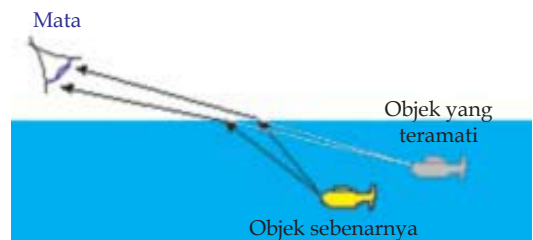
Setiap berkas cahaya yang masuk dari medium yang satu ke medium yang lain akan dibiaskan atau dibelokkan arah rambatnya disebut pembiasan atau refraksi. (Gambar 7.26)

Gambar 7.26 Gejala pembiasan

Sumber : http://acept.la.asu.edu/

Besarnya pergeseran berkas cahaya yang keluar dari suatu medium bergantung pada kerapatan optik medium tersebut. Jika cahaya masuk dari zat optik kurang rapat ke zat optik lebih rapat, cahaya dibiaskan mendekati garis normal.(Gambar 7.27(a)) Sebaliknya, jika cahaya masuk dari zat optik lebih rapat ke zat optik kurang rapat, cahaya dibiaskan menjauhi garis normal.(Gambar 7.27(b)) Garis normal adalah garis yang tegak lurus pada bidang batas medium.

Gambar 27 Pembiasan (a) mendekati garis normal (b) menjauhi garis normal

Sumber : Dokumentasi penulis

Pembiasan dalam air menyebabkan dasar sungai atau kolam renang lebih dangkal dari yang sesungguhnya. Sehingga jika kita melihat ikan yang sedang berenang dalam kolam jarak sebenarnya dari ikan tersebut adalah lebih dalam. (Gambar 7.28) Benda-benda di dalam air seolah-olah terangkat ke atas karena sinar-sinar yang keluar dari air dibiaskan menjauhi normal.

Gambar 7.28 Ikan dalam air seolah-olah lebih dekat permukaan.

Sumber : http://www.optical.res.com/

1. Indeks bias

perbandingan antara nilai sin sudut datang (i) dan sudut bias (r) merupakan suatu tetapan yang disebut indeks bias. Berdasarkan hasil percobaan Willebord Snell persamaan indeks bias ditunjukkan sebagai :

$$n_{21} = \frac{\sin i}{\sin r}$$

Di mana n_{21} adalah indeks bias medium 2 terhadap medium 1.

Setiap medium mempunyai indeks bias tertentu yang merupakan perbandingan cepat rambat cahaya di ruang hampa dengan cepat rambat cahaya di dalam medium tersebut.

$$n =$$

Dengan: n = indeks bias medium
c = cepat rambat cahaya dalam ruang hampa
v = cepat rambat cahaya dalam medium.

Cepat rambat cahaya dalam ruang hampa adalah 3×10^8 m/s, sehingga diperoleh nilai indeks bias beberapa medium seperti pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Indeks berbagai medium

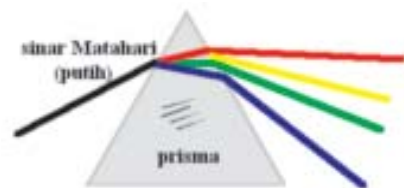
Medium	Indeks Bias
Ruang hampa	1,0000
Udara	1,0003
Air	1,3300
Gliserin	1,4700
Kaca kerona	1,5200
Kristal kuarsa	1,5400
Kaca flinta	1,6200
Batu nilam	1,7600
Intan	2,4200

2. Pembiasan cahaya pada prisma

Prisma optik adalah benda tembus cahaya yang dibatasi oleh dua bidang datar yang membentuk sudut satu sama lain. Saat suatu sinar seperti sinar laser merah menembus prisma maka sinar tersebut akan mengalami dua kali pembiasan, yaitu saat dari udara masuk ke prisma dan saat dari prisma kembali ke udara. (Gambar 7.29)

Gambar 7.29 Pembiasan sinar laser merah oleh prisma

Sumber : http://www.opticalres.com/

Saat dilewatkan pada prisma berkas sinar putih dapat diuraikan menjadi berbagai warna dasar, yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru, dan ungu. (Gambar 7.30) Deretan warna dasar ini disebut *spektrum warna*. Sinar putih terdiri dari berbagai warna sehingga disebut *sinar polikromatik*.

Gambar 7.30 Dispersi sinar putih

Sumber : http://www.opticalres.com/

Peristiwa penguraian berkas sinar putih menjadi berbagai warna dasar disebut *dispersi*. Dispersi cahaya terjadi karena tiap warna cahaya mempunyai cepat rambat yang berbeda. Sudut yang dibentuk oleh sinar merah dan sinar ungu yang paling pinggir disebut sudut dipersi.

3. Pembiasan oleh lensa cembung

Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua bidang lengkung atau oleh satu bidang lengkung dan satu bidang datar. Lensa cembung adalah lensa yang bagian tengahnya lebih tebal daripada bagian tepinya. Lensa cembung dapat berupa lensa bikonveks, plankonveks dan konkaf konveks.

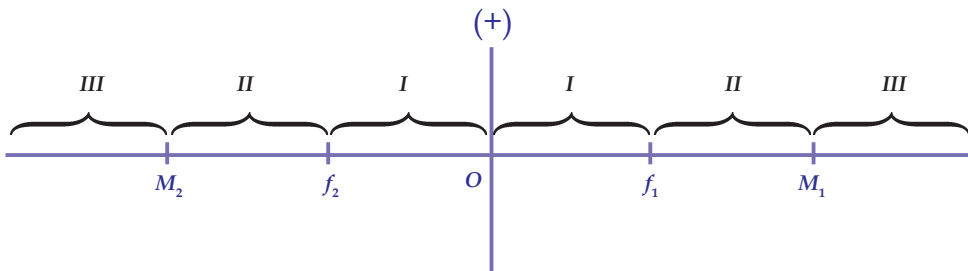
Gambar 7.31 Lensa cembung (a) bikonveks (b) plankonveks (c) konkaf konveks

Sumber : Dokumentasi penulis

Lensa bikonveks merupakan lensa yang berbentuk cembung pada kedua permukaannya (Gambar 7.31(a)). Plankonveks lensa cembung yang dibatasi oleh satu bidang datar dan satu bidang cembung (Gambar 7.31(b)). Lensa konkaf konveks merupakan lensa yang dibatasi oleh satu bidang cembung dan satu bidang cekung. (Gambar 7.31(c)). Lensa cembung mempunyai sifat mengumpulkan cahaya (Gambar 7.32). Itulah sebabnya mengapa lensa cembung disebut pula lensa konvergen.

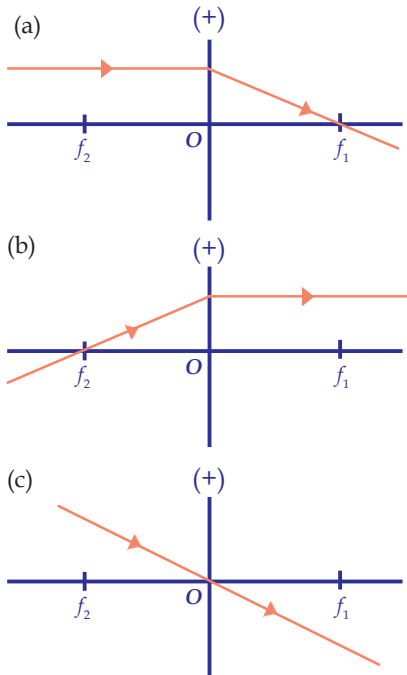
Lensa cembung memiliki dua titik fokus (*f*) dan dua titik pusat kelengkungan (*M*). Lensa cembung biasa disebut sebagai lensa positif, dan terbagi dalam tiga ruang, yaitu ruang I antara O dan *f*, ruang II antara *f* dan *M* dan ruang II antara *M* dan titik tak hingga. Bagian-bagian dalam lensa cembung tampak pada Gambar 7.33 berikut.

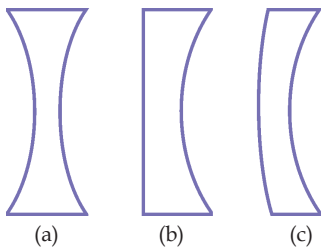
Gambar 7.32 Lensa konvergen

Sumber : http://www.opticalres.com/

Gambar 7.33 Bagian-bagian lensa cembung

Sumber : Dokumentasi penulis

Gambar 7.34 Sinar-sinar istimewa pada cermin cembung

Sumber : Dokumentasi penulis

Untuk melukis bayangan pada lensa cembung dapat digunakan sinar yang pertama dan kedua dari tiga sinar isimewa berikut :

- Sinar yang datang sejajar dengan sumbu utama dibiaskan melalui titik fokus utama (f_1). (Gambar 7.34(a))
- Sinar yang datang melalui titik fokus (f_2) dibiaskan sejajar dengan sumbu utama. (Gambar 7.34 (b))
- Sinar yang datang melalui pusat optik lensa tidak dibiaskan. (Gambar 7.34(c))

Gambar 7.35 Lensa cekung (a) bikonkaf (b) plankonkaf (c) konveks konkaf

Sumber : Dokumentasi penulis

4. Pembiasan pada lensa cekung

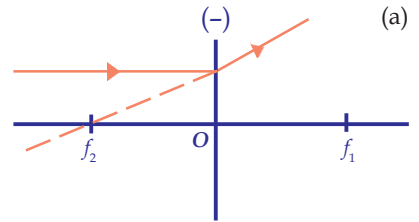
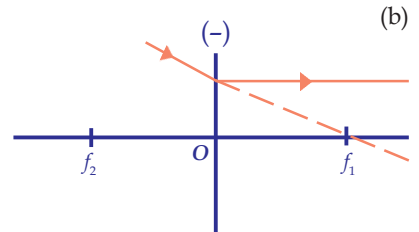
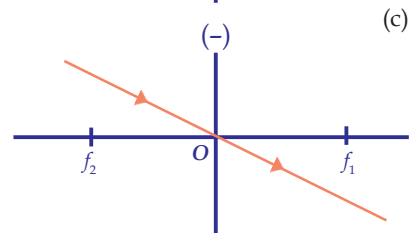
Lensa cekung adalah lensa yang bagian tengahnya lebih tipis daripada bagian tepinya. Lensa cekung memiliki tiga bentuk yaitu lensa bikonkaf, plankonkaf dan konveks konkaf.

Lensa bikonkaf merupakan lensa cekung dimana kedua sisi berbentuk cekung (Gambar 7.35 (a). Lensa plankonkaf dibatasi oleh satu bidang datar dan satu bidang cekung (Gambar 7.35 (b)), sedangkan lensa konveks konkaf dibatasi oleh sebuah bidang cekung dan satu bidang cembung (Gambar 7.35 (c)). Bagian tengah lensa cekung selalu lebih tipis daripada bagian pinggirnya. Lensa cekung sering disebut sebagai lensa divergen karena mempunyai sifat menyebarkan berkas cahaya. (Gambar 7.36)

Gambar 7.36 Sifat divergen lensa cekung

Sumber : http://www.opticalres.com/

Untuk melukiskan bayangan pada lensa cekung cukup dua sinar dari tiga sinar istimewa berikut.

- Sinar yang datang sejajar sumbu utama keluar dari lensa seolah-olah berasal dari titik fokus utama f_2. (Gambar 7.37(a))

- Sinar yang datang menuju titik fokus utama f_1 dibiaskan sejajar dengan sumbu utama. (Gambar 7.37(b))

- Sinar yang datang melalui pusat optik diteruskan tanpa dibiaskan. (Gambar 7.37(c))

Gambar 7.37 Sinar-sinar istimewa pada cermin cembung

Sumber : Dokumentasi penulis

1

s'

Semua bayangan yang dibentuk oleh lensa cekung dari benda sejati yang berada di depan lensa selalu bersifat *maya*, *tegak*, dan *diperkecil*. Letaknya di antara f_2 dan O. Bayangan tersebut tidak dapat ditangkap oleh layar, melainkan dapat dilihat oleh mata yang berada di belakang lensa. Benda maya di antara O dan f_1. Bayangan benda bersifat *nyata*, *tegak*, dan *diperbesar*. Titik fokus, jarak benda, jarak bayangan dan pembesaran.

Hubungan antara jarak benda, jarak bayangan dan titik fokus dinyatakan dalam persamaan:

= +

Dimana: f = titik fokus lensa
s = jarak benda
s' = jarak bayangan

Rumus tersebut berlaku untuk lensa negatif dan lensa positif dengan ketentuan sebagai berikut.

- Untuk lensa cembung, f bernilai positif. Untuk lensa cekung, f bernilai negatif.
- Untuk benda nyata, s bernilai positif. Untuk benda maya, s bernilai negatif.
- Untuk bayangan nyata, s' bernilai positif. Untuk bayangan maya, s' bernilai negatif.

Contoh soal

Sebuah benda diletakkan pada jarak 2 cm di depan lensa cekung yang memiliki titik fokus 4 cm. Tentukan jarak bayangan yang akan dihasilkan oleh cermin tersebut !

Penyelesian:

f = - 4 cm

s = 2 cm

= +

= +

= – –

= –

s' = – cm

Perbesaran bayangan (M) didefinisikan sebagai nilai mutlak jarak bayangan (s') dibagi dengan jarak benda (s)). Pembesaran dapat juga dinyatakan sebagai perbandingan tinggi bayangan h', terhadap tinggi benda. Pembesaran dirumuskan sebagai ;

M = =

Contoh soal

Suatu benda setinggi 1 cm berada pada jarak 3 cm di depan lensa cembung dengan fokus 6 cm Tentukanlah:

a. Jarak bayangan
b. pembesaran
c. tinggi bayangan

Penyelesaian:

a. $s = 3$ cm ,

$f = 6$ cm

$=\quad +$

$=\quad +$

$=\quad -$

$=\ -$

$s' = 6$ cm

b. $M = \quad = \quad = 2$

c. $M =$

$2 =$

$h' = 2$ cm

5. Kekuatan lensa

Kekuatan lensa menyatakan kemampuan lensa untuk meyebarkan atau mengumpulkan berkas sinar. Kekuatan lensa makin besar bila jarak fokus (f) makin kecil. Kekuatan lensa cembung bernilai positif, sedangkan kekuatan lensa cekung bernilai negatif. Kekuatan lensa dinyatakan sebagai

$$P =$$

Dengan f adalah jarak fokus (satuannya meter). Satuan kekuatan lensa disebut dioptri. Satu dioptri adalah kekuatan lensa yang jarak fokusnya 1 meter.

Contoh soal

Tentukan kekuatan lensa cembung yang memiliki jarak fokus 20 cm!

Penyelesaian :

$f = 20$ cm $= 0{,}2$ m

$P = \quad = \quad = 5$ dioptri

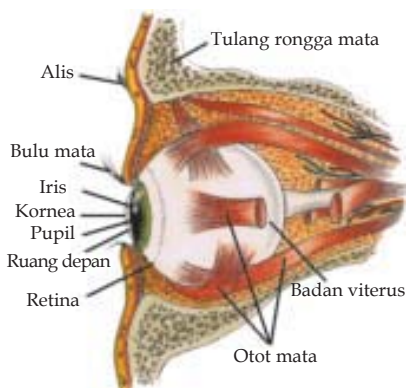
Kekuatan lensa cembung tersebut biasa dinyatakan dengan + 5.

Latihan 7.3

1. Bagaimanakah bunyi hukum pemantulan cahaya?
2. Bagaimanakah bunyi hukum pembiasan cahaya?
3. Apa hubungan pembiasan dengan peristiwa terebntuknya pelangi setelah hujan? Jelaskan!
4. Suatu benda setinggi 5 cm berada pada jarak 8 cm di depan cermin cekung yang memiliki jarak fokus 6 cm. Tentukanlah :
   a. lukisan pembentukan bayangan
   b. jarak bayangan yang terbentuk
   c. pembesaran
   d. tinggi bayangan
5. Suatu benda setinggi 2 cm terletak 10 cm di depan lensa cembung yang memiliki jarak fokus 5 cm. Tentukanlah :
   a. lukisan pembentukan bayangan
   b. jarak bayangan yang terbentuk
   c. pembesaran
   d. tinggi bayangan

7.4 Alat-Alat Optik

Alat optik merupakan alat yang berkaitan dengan cahaya atau bekerja dengan cahaya. Alat tersebut dapat berupa mata, lup, kamera, mikroskop, dan lain-lain.

A. Mata

Gambar 7.38 mata manusia

Mata adalah alat optik manusia dan hewan lainnya. Mata manusia terpasang pada tulang rongga mata dengan tiga pasang otot-otot mata berfungsi untuk menggerakkan bola mata ke kiri, kanan, atas dan ke bawah.

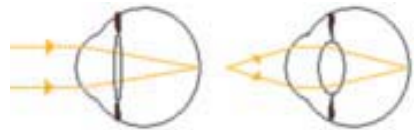
Bagian-bagian mata tampak pada Gambar 7.38. Kornea, merupakan selaput yang bening yang tembus cahaya. Iris atau selaput pelangi, merupakan bagian yang mempunyai warna di belakang ruang depan. Pupil pada tengah lensa dapat mengecil dan membesar. Satu sumbu dengan pupil adalah lensa mata. Lensa tergantung pada otot-otot polos yang berkontraksi sehingga lebih pipih atau lebih cembung.

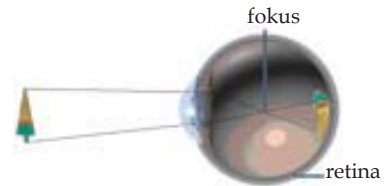
Kita dapat melihat benda bila benda tersebut memantulkan cahaya. Cahaya yang dipantulkan masuk ke pupil. Bila cahaya terlalu kuat pupil akan menyempit dan sebaliknya, bila kurang kuat akan melebar. Agar dapat terbaca oleh penerima rangsang cahaya, maka bayangan harus tepat jatuh pada retina mata.

Lensa mata dapat mencembung dan memipih (Gambar 7.39). Bayangan dapat jatuh ke retina karena adanya pengaturan kecembungan lensa mata. Perubahan cembung dan pipihnya lensa mata disebut *akomodasi*. Makin jauh benda yang dilihat, makin pipih lensa mata. Sebaliknya, makin dekat benda yang dilihat, makin cembung lensanya.

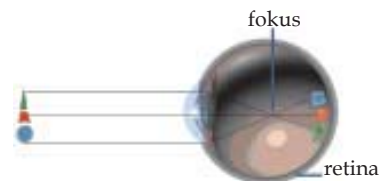
Mata yang normal bayangan jatuh tepat di bintik kuning pada retina. Berdasarkan jatuhnya bayangan pada retina, cacat mata dibedakan menjadi miopi, hipermetropi, presbiopi dan astigmatisma.

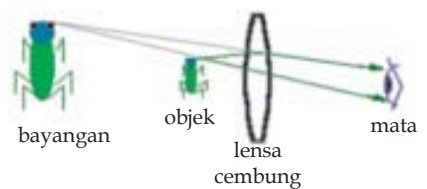
Mata rabun jauh disebut *miopi* terjadi karena lensa mata terlalu cembung, sehingga bayangan jatuh di depan bintik kuning. (Gambar 7.40) Mata rabun dekat atau *hipermetropi* terjadi karena lensa mata terlalu pipih, dan bayangan jatuh di belakang bintik kuning. (Gambar 7.41). *Presbiopi*, terjadi akibat turunnya daya akomodasi mata saat usia lanjut. Lensa tetap pipih karena otot penggantung lensa tak dapat bekerja dengan baik. (Gambar 7.42) *Astigmatisma* terjadi karena bentuk bola mata tidak merata. Cacat mata ini dapat ditolong dengan kacamata silindris. Namun, bila astigmatisma tidak teratur, lensa silindris pun tidak dapat menolong. (Gambar 7.43)

Cacat mata seperti hipermetropi dan presbiopi dapat ditolong dengan kacamata berlensa cembung atau lensa positif. Lensa positif membuat objek tampak leboh besar dan lebih jauh dari objek sebenarnya. (Gambar 7.44). Kelainan berupa mata miopi dapat ditolong dengan kacamata berlensa cekung (negatif).

Gambar 7.39 akomodasi mata

Sumber : http://www.en.wikipedia.org/

Gambar 7.40 Mata miopi

Gambar 7.41 Mata hipermetropi

Gambar 7.42 Mata presbiopi

Gambar 7.43 Mata astigmatisma

Sumber : G.Blider (CD)

Gambar 7.44 Kerja lensa cembung dalam penglihatan

Sumber : http://www.opticalres.com/

Gambar 7.45 Lup
Sumber : Dokumentasi penulis

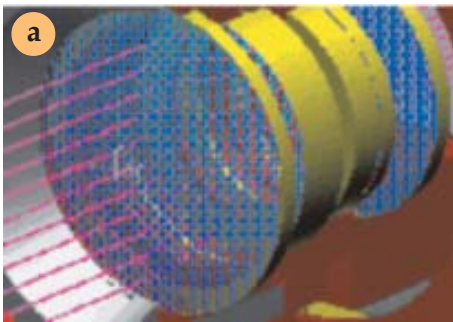
B. Lup

Lup adalah alat yang digunakan untuk melihat atau mengamati benda-benda yang kecil supaya tampak lebih besar dan jelas. Lup merupakan lensa cembung yang diberi pegangan agar mudah digunakan. Lup sering digunakan tukang saat memperbaiki arloji.

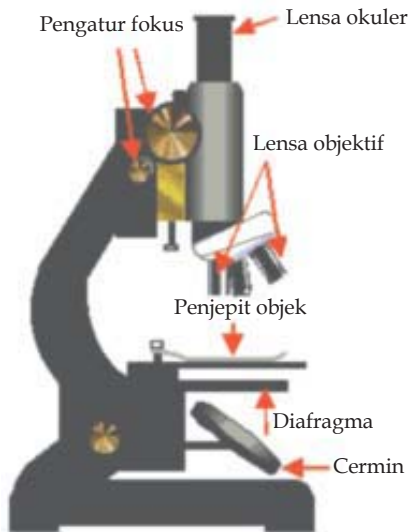
Gambar 7.46 Kamera
Sumber :http://www.lensadapter.com/

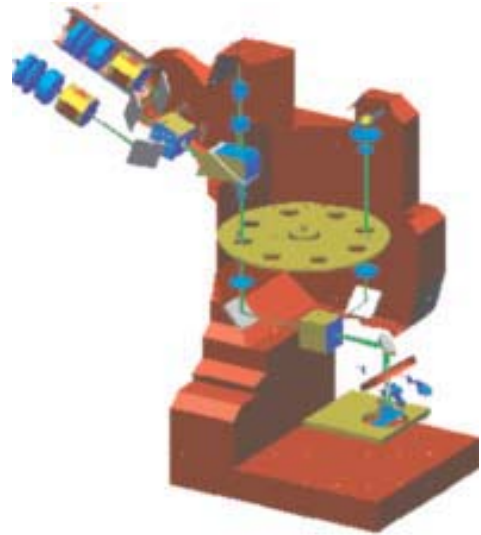
C. Kamera

Kamera adalah alat yang digunakan untuk membidik suatu objek dan menyimpannya dalam bentuk film. (Gambar 7.46). Terdapat beragam bentuk kamera ada kamera klasik yang membutuhkan flat film dan ada kamera digital yang menyimpan film dalam bentuk file.

Kamera digital dan nondigital memiliki struktur yang berbeda di bagian dalam namun memiliki kesamaan pada bagian lensa pembidiknya. Lensa pembidik dari kamera inilah yang merupakan alat optik (Gambar 7.47(a)). saat membidik suatu objek. Objek dapat dibuat seperti ukuran asli atau pun diperbesar dengan menggunakan zoom. Alat zoom pada kamera merupakan serangkaian lensa cembung yang dapat diatur dan diputar saat diperlukan. (Gambar 7.47 (b))

Gambar 7.47 Lensa kamera
Sumber : http://www.opticalres.com/

D. Mikroskop

Pengamatan terhadap gejala alam dapat kita amati dengan mata telanjang atau pun dengan menggunakan alat tertentu. Pengamatan komponen biotik di laboratorium sering menggunakan alat yang kita sebut sebagai mikroskop. Mikroskop merupakan alat yang didisain untuk melihat objek kecil seperti sel atau bakteri.

Gambar 7.48 Mikroskop

Sumber : http://wikipedia

Gambar 7.49 Jalan sinar dalam mikroskop

Bagian-bagian mikroskop tampak pada Gambar 7.48. Lensa Okuler merupakan bagian mikroskop yang berfungsi sebagai pembesar dan pembalik bayangan yang dihasilkan oleh lensa objektif. Lensa okuler ada yang dapat memperbesar 5×, 10×, 45×, dan 100×. Lensa okuler terletak dekat mata kita saat digunakan. Lensa yang terletak dekat objek yang kita amati disebut lensa objektif. Lensa objektif berfungsi untuk memperbesar objek yang kita amati. Lensa objektif menempel pada alat yang bisa diputar yang disebut revolver. Lensa objektif dan lensa okuler terletak dalam satu tabung yang disebut tabung mikroskop. Tabung mikroskop dihubungkan dengan pengatur fokus. Pengatur fokus berfungsi untuk menurunkan dan menaikkan lensa objektif sampai objek terlihat jelas. Dalam mikroskop terdapat rangkaian lensa dan cermin sehingga sinar pantulan dari objek yang diamati berkali-kali mengalami proses pemantulan dan pembesaran (Gambar 7.49)

Latihan 7.4

1. Apakah fungsi lensa mata?
2. Sebutkan 4 macam cacat mata!
3. Sebutkan bagian -bagian kamera sebagai alat optik!
4. Jelaskan manfaat lup sebagai alat optik!
5. Jelaskan cara kerja mikroskop dan gambarkan jalannya sinar hingga terbentuk bayangan!

Rangkuman

- *Getaran* didefinisikan sebagai gerak periodik dengan menempuh lintasan yang sama.
- Ciri suatu getaran dinyatakan melalui amplitudo dan frekuensi. *Amplitudo* adalah simpangan maksimum, sedangkan *frekuensi* adalah banyaknya getaran tiap sekon. Frekuensi dinyatakan dalam satuan Hertz.
- Waktu yang diperlukan bandul atau ayunan untuk melakukan satu kali getaran dinamakan *periode* (*waktu*) *getar*.
- Hubungan antara frekuensi dan getaran dinyatakan sebagai :

$$f =$$

- Gelombang transversal adalah gelombang yang merambat dengan arah rambatan tegak lurus dengan arah getaran
- Gelombang longitudinal ialah gelombang yang merambat dengan arah rambatan berimpit dengan arah getaran
- Cepat rambat gelombang ialah jarak yang ditempuh gelombang dalam satu sekon.
- Telinga manusia hanya mampu mendengar bunyi yang frekuensinya berkisar antara 20 Hz sampai 20.000 Hz. Daerah yang berada pada rentang frekuensi antara 20 Hz dan 20.000 Hz disebut dengan *frekuensi audio*. Bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz disebut *infrasonik*, sedangkan bunyi yang frekuensinya lebih dari 20.000 Hz disebut *ultrasonik*.
- Resonansi ialah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena pengaruh getaran benda lain.
- Hukum pemantulan yaitu (1) Bunyi yang datang, bunyi yang dipantulkan, dan garis normal selalu terletak pada satu bidang pantul dan (2) Sudut datang (i) sama dengan sudut pantul (r). Yang dimaksud dengan garis normal adalah garis yang ditarik tegak lurus pada bidang pantul.
- Hukum Snell berbunyi (a) Sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar (b) Sudut datang (i) sama dengan sudut pantul (i').
- Bayangan yang terbentuk pada cermin datar bersifat maya karena bayangan tersebut dibentuk melalui perpanjangan sinar-sinar cahaya.
- Bayangan yang terbentuk pada cermin cekung tergantung dari posisi benda dan ditentukan oleh tiga jalan sinar utama.
- Bayangan yang terbentuk pada cermin cembung bersifat maya, tegak diperkecil dan terbentuk melalui tiga jalan sinar utama.
- Cahaya yang masuk dari medium yang renggang ke medium yang lebih rapat akan dibiaskan mendekati garis normal begitu pula sebaliknya.
- Perbandingan antara nilai sin sudut datang (i) dan sudut bias (r) merupakan suatu tetapan yang disebut indeks bias.

- Prisma optik adalah benda tembus cahaya yang dibatasi oleh dua bidang datar yang membentuk sudut satu sama lain.
- Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua bidang lengkung atau oleh satu bidang lengkung dan satu bidang datar.
- Lensa cembung adalah lensa yang bagian tengahnya lebih tebal daripada bagian tepinya. Lensa cembung dapat berupa lensa bikonveks, plankonveks dan konkaf konveks.
- Lensa cembung mempunyai sifat mengumpulkan cahaya dan disebut lensa konvergen.
- *Lensa cekung* adalah lensa yang bagian tengahnya lebih tipis daripada bagian tepinya. Lensa cekung memiliki tiga bentuk yaitu lensa bikonkaf, plankonkaf dan konveks konkaf.
- Lensa cekung sering disebut sebagai lensa divergen karena mempunyai sifat menyebarkan berkas cahaya.
- Hubungan antara jarak benda, jarak bayangan dan titik fokus dinyatakan dalam persamaan

$$= \quad +$$

- Pembesaran dapat juga dinyatakan sebagai perbandingan tinggi bayangan h', terhadap tinggi benda. Pembesaran dirumuskan

$$M = \quad =$$

- *Kekuatan lensa* menyatakan kemampuan lensa untuk menyebarkan atau mengumpulkan berkas sinar.

$$P =$$

- Alat optik merupakan alat yang berkaitan dengan cahaya atau bekerja dengan cahaya. Alat tersebut dapat berupa mata, lup, kamera, mikroskop, dan lain-lain.

Refleksi

Setelah mempelajari bab Getaran, Gelombang dan Optik, apa manfaat yang kamu rasakan? Adakah hubungannya dalam kehidupanmu sehari-hari? Apa perbedaan antara gelombang mekanik dan gelombang elekromagnetik? Dalam mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Berikan alasanmu. Bagian mana yang belum kamu kuasai? Tuliskan bagian-bagian yang belum kamu kuasai beserta alasannya, kemudian diskusikan dengan guru fisikamu.

Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C atau D di depan jawaban yang benar!

1. Gerak gerak periodik dengan menempuh lintasan yang sama disebut ....
   A. getaran
   B. simpangan
   C. periode
   D. frekuensi
   E. gelombang
2. Sebuah pegas bergetar 50 kali dalam waktu 2 sekon maka frekuensinya adalah ....
   A. 0,04 Hz B. 12,5 Hz C. 25 Hz D. 100 Hz E. 200 Hz
3. Suatu sumber getar mempunyai frekuensi 20 Hz. Periode getarannya adalah ....
   A. 0,025 sekon
   B. 0,05 sekon
   C. 0,25 sekon
   D. 0,50 sekon
   E. 20 sekon
4. Frekuensi sebuah getaran 15 Hz. Ini berarti dalam waktu 1 menit terjadi ....
   A. 15 getaran
   B. 30 getaran
   C. 60 getaran
   D. 90 getaran
   E. 900 getaran
5. Ciri suatu getaran ditandai oleh adanya ....
   A. periode dan frekuensi
   B. usikan dan periode
   C. gerakan dan frekuensi
   D. amplitudo dan frekuensi
   E. panjang gelombang dan usikan
6. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali gerak bolak-balik disebut ....
   A. periode
   B. frekuensi
   C. simpangan
   D. amplitudo
   E. panjang gelombang
7. Gelombang bunyi tidak dapat merambat melalui ....
   A. udara panas
   B. ruang hampa
   C. air laut
   D. balok kayu
   E. batang logam
8. Bunyi yang frekuensinya lebih besar dari 20 kHz disebut ....
   A. infrasonik
   B. audiosonik
   C. ultrasonik
   D. supersonik
   E. ekstrasonik
9. Bunyi dengan frekuensi antara 20 Hz dan 20.000 Hz disebut ....
   A. infrasonik
   B. audiosonik
   C. ultrasonik
   D. supersonik
   E. ekstrasonik

10. Getaran isolator pada kapal diterima kembali oleh hidrofon 0,4 detik setelah dipancarkan. Apabila cepat rambat di dalam laut 1.400 m/s, kedalaman laut yang diukur adalah ....
    A. 70 m
    B. 140 m
    C. 280 m
    D. 560 m
    E. 1.120 m
11. Berikut ini adalah benar tentang bayangan yang terbentuk oleh benda yang diletakkan di ruang II di depan cermin cekung, *kecuali* ....
    A. bersifat nyata
    B. posisi terbalik
    C. diperbesar
    D. di ruang IV
    E. di ruang III
12. Lup adalah alat optik yang menggunakan ....
    A. cermin cembung
    B. lensa cembung
    C. cermin cekung
    D. lensa cekung
    E. prisma optik
13. Sinar datang yang sejajar sumbu utama oleh cermin cembung akan ....
    A. dipantulkan melalui titik fokus
    B. dipantulkan seolah-olah berasal dari titik fokus
    C. dipantulkan sejajar sumbu utama
    D. dibiaskan melalui titik fokus utama
    E. dibiaskan seolah-olah berasal dari titik fokus utama
14. Seberkas sinar dari air akan dibiaskan mendekati garis normal jika memasuki ....
    A. udara
    B. minyak
    C. alkohol
    D. ruang hampa
    E. kaca
15. Dispersi cahaya dapat terjadi jika berkas sinar melewati ....
    A. cermin cekung
    B. cermin cembung
    C. prisma optik
    D. lensa cekung
    E. lensa cembung
16. Benda yang diletakkan 5 cm di depan lensa cekung dengan fokus 10 cm memiliki sifat bayangan ....
    A. maya, tegak, diperkecil
    B. nyata, tegak, diperkecil
    C. maya, tegak, diperbesar
    D. nyata, tegak, diperbesar
    E. maya, terbalik, diperkecil
17. Sebuah benda diletakkan pada jarak 5 cm di depan lensa cekung yang memiliki titik fokus 4 cm akan menghasilkan bayangan di ....
    A. 5 cm
    B. 20/9 cm
    C. -20/9 cm
    D. 20 cm
    E. -20 cm

18. Suatu benda setinggi 4 cm berada pada jarak 3 cm di depan lensa cembung dengan fokus 6 cm akan memiliki tinggi bayangan ....
    A. 1 cm
    B. 2 cm
    C. 4 cm
    D. 8 cm
    E. 16 cm
19. Alat optik yang dipergunakan untuk mengamati bakteri adalah ....
    A. lup
    B. mikroskop
    C. kamera
    D. teleskop
    E. periskop
20. Alat optik yang menggunakan cermin cembung adalah ....
    A. kacamata
    B. mikroskop
    C. lup
    D. kaca spion
    E. periskop

Kunci Jawaban Uji Kompetensi

Bab 1

1.	D	6.	B	11.	B	16.	B
2.	A	7.	D	12.	A	17.	A
3.	D	8.	D	13.	A	18.	B
4.	E	9.	E	14.	A	19.	B
5.	B	10.	C	15.	C	20.	B

Bab 2

1.	D	6.	A	11.	D	16.	E
2.	B	7.	D	12.	A	17.	E
3.	E	8.	C	13.	A	18.	B
4.	C	9.	C	14.	B	19.	E
5.	E	10.	A	15.	D	20.	B

Bab 3

1.	A	6.	A	11.	B	16.	B
2.	A	7.	A	12.	C	17.	B
3.	C	8.	E	13.	D	18.	A
4.	C	9.	A	14.	C	19.	C
5.	E	10.	C	15.	C	20.	B

Bab 4

1.	D	6.	A	11.	A	16.	D
2.	A	7.	B	12.	C	17.	D
3.	C	8.	E	13.	C	18.	E
4.	D	9.	C	14.	B	19.	D
5.	E	10.	B	15.	E	20.	E

Bab 5

1.	D	6.	E	11.	B	16.	C
2.	C	7.	C	12.	B	17.	D
3.	D	8.	E	13.	E	18.	B
4.	C	9.	E	14.	E	19.	B
5.	C	10.	C	15.	C	20.	D

Bab 6

1.	A	6.	B	11.	C	16.	C
2.	E	7.	A	12.	D	17.	D
3.	C	8.	A	13.	E	18.	E
4.	D	9.	B	14.	A	19.	C
5.	A	10.	C	15.	B	20.	D

Bab 7

1.	A	6.	A	11.	D	16.	A
2.	C	7.	B	12.	B	17.	C
3.	B	8.	C	13.	B	18.	C
4.	E	9.	B	14.	E	19.	B
5.	D	10.	C	15.	C	20.	D

Glosarium

Air	:	zat cair dengan susunan H_2O, tidak berwarna, tidak beracun dan merupakan pelarut yang baik
Anti-oksidan	:	zat yang berfungsi menghentikan atau menghambat proses oksidasi pada suatu zat
Antibiotik	:	zat yang bersifat menghancurkan jenis kehidupan pada hewan/ tumbuhan tingkat rendah
Antibodi	:	zat atau sel yang berfungsi untuk melindungi tubuh yterhadap penyakit dari luar yang disebabkan oleh bakteri atau virus
Antitoksin	:	zat atau sel yang berfungsi untuk melindungi tubuh terhadap zat yang bersifat racun
Asam amino	:	molekul yang merupakan unit terkecil dari suatu protein
Asam lemak	:	senyawa asam hasil hidrolisis lemak
Atmosfer	:	lapisan udara yang menyelimuti Bumi
Bakteri	:	hewan tingkat rendah yang bersel satu dan merupakan pengurai di lingkungan
Bakteri patogen	:	bakteri yang bersifat merugikan dan biasanya menimbulkan penyakit tertentu
Balita	:	bayi di bawah usia lima tahun
Baterai	:	sel elektrokimia kering yang berfungsi menghasilkan arus listrik
Benda	:	sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang
Berat	:	besarnya gaya gravitasi yang bekerja pada massa
Bumbu masak	:	zat atau bahan yang digunakan untuk menaikan citarasa makanan
Cahaya	:	bentuk energi elektromagnetik dengan sifat memberikan efek pada penglihatan
Cekung	:	bentuk permukaan dimana bagian tengah lebih tipis dari bagian pinggirnya
Celcius	:	skala pada termometer dengan rentang 0° – 100°C
Cembung	:	bentuk permukaan dimana bagian tengah lebih tebal dari bagian pinggirnya
Cermin	:	benda optik dengan sifat memantulkan semua spektrum cahaya
Daya	:	besarnya usaha yang dapat dilakukan persatuan waktu
Diameter	:	jarak terjauh dari dua titik pada suatu lingkaran
Dominasi apikal	:	pertumbuhan pada tumbuhan yang cenderung tumbuh kea rah memanjang
Ejakulasi	:	mengerasnya dan berdirinya kelamin laki-laki yang disertai pengeluaran sperma

Embrio : bakal/calon makhluk hidup
Emusli : koloid yang terbentuk akibat padatan yang terdisperi dalam medium cairan
Energi : sesuatu di luar materi yang memiliki kemampua untuk melakukan suatu usaha
Enzim : zat yang dihasilkan oleh makhluk hidup unuk menjadi katalis dalam suatu reaksi tertentu dalam tubuh
Fase : tahap dalam suatu proses
Gelap : keadaan ruamgan dimana benda tak terlihat akibat tidak adanya cahaya
Gamet : sel yang dihasilkan oleh individu dewasa untuk melakukan perkembang biakan secara kawin.
Gaya : tarikan dan dorongan yang bekerja pada suatu benda
Gitaris : pemain gitar
Gravitasi : gaya yang ditimbulkan oleh benda yang arahnya menuju pusat benda tersebut
Halusinasi : penglihatan atau pendengaran yang tida sebenarnya terjadi tetapi hanya reakaan otak akibat adanya gangguan pada otak
Hormon : zat yang diproduksi oleh makhluk hidup dalam jaringan/organ tertentu dengan fungsi kerja tertentu
Hujan : air yang tercurah dari awan karena proses pengembunan
Intensitas cahaya : jumlah cahaya persatuan luas
Invertebrata : hewan tidak bertulang belakang
Janin : bakal manusia
Jari-jari : jarak antara titik pusat dan titik yang terletak pada suatu lingkaran
Jaringan : gabungan beberapa sel yang memeiliki bentuk dan fungsi kerja yang sama
Kelembaban : kandungan uap air di udara
Kepompong : merupakan tahap dimana serangga mengalami fase berbentuk kantung dengan individu didalamnya yang tidak makan untuk berubah jadi wujud sempurna
Klorofil : zat hijau daun
Kode genetik : kode yang terdapat dalam kromosom yang menentukan sifat yang diturunkan
Laboratorium : tempat dilakukannya eksperimen
Larva : merupakan tahap dimana serangga mengalami fase seperti ulat atau belatung, yang dapat makan tapi belum berbentuk serangga yang sempurna
Lembaga : keping buah
Lensa : alat optik tembus pandang
Listrik : bentuk energi yang timbul dari adanya perbedaan potensial
Magnet : benda yang dapat menarik benda lain
Makanan : bahan yang dapat dicerna oleh makhluk hidup
Matahari : bintang yang merupakan pusat tatasurya

Melayang	:	keadaan suatu benda yang memiliki posisi tidak menyentuh dasar dan tidak berada di permukaan saat berada dalam suatu cairan
Molekul	:	gabungan beberapa atom dlam bentuk ikatan kimia
Monokotil	:	tumbuhan dengan biji berkeping dua
Morfologi	:	bentuk, susunan dan fungsi tubuh
Obat	:	bahan kimia yang bersifat menghilangkan rasa sakit atau gangguan lainnya
Oksidator	:	zat yang sangat mudah mengalami reduksi dan mendorong orang lain untuk mengalami oksidasi
Ombak	:	gelombang air yang pecah saat samapai di pantai/daratan
Organ	:	kumpulan suatu jaringan yang memiliki tugas yang sama
Organisme	:	makhluk hidup, biasanya berukuran kecil seperti bakteri
Partikel	:	bagian terkecil penyusun suatu zat
Pembelahan	:	proses memperbanyak jumlah sel dengan cara membelah diri
Pita suara	:	organ di tenggorokan yang berfungsi menghasilkan getaran suara
Plastik	:	bahan yang terbuat dari polimer seperti polietilen
Protein	:	makromolekul dari asam amino
Rahim	:	bagian alat reproduksi pada manusia tempat janin tumbuh dan berkembang
Selaput	:	lapisan yang sangat tipis
Stomata	:	mulut daun yang terletak di bagian bawah daun
Suara	:	bentuk energi yang timbul akibat getaran benda yang terdeteksi oleh telinga
Suhu	:	keadaan panas dinginnya benda yang ditunjukkan oleh skala termometer
Tanaman	:	tumbuhan yang dengan sengaja ditanam
Temperatur	:	keadaan panas dinginnya benda yang ditunjukkan oleh skala termometer
Tengelam	:	keadaan suatu benda yang memiliki posisi menyentuh dasar saat berada dalam suatu cairan
Tentakel	:	bagian tubuh yang menyerupai kaki pada bagian tubuh bawah dalam jumlah yang banyak
Terapung	:	keadaan suatu benda yang memiliki posisi di permukaan saat berada dalam suatu cairan
Testis	:	organ reproduksi laki-laki tempat sperma diproduksi
Tunas	:	bagian atas tumbuhan yang keluar dari biji/tanah
Udara	:	larutan gas yang terdiri dari nitrogen,oksigen, dan gas-gas lain pada atmosfer Bumi.
Warna	:	spektrum cahaya yang dipantulkan benda dan teamati oleh mata
Zat	:	segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang
Zigot	:	hasil pembuahan sel telur oleh sperma

Indeks

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

W

Z

Lampiran

Konversi Satuan

Nama Satuan	Lambang	Nilai Satuan (SI)
panjang, ℓ		
meter	m	
ångström	Å	$= 10^{-10}$ m
inci	in	$= 2.54 \times 10^{-2}$ m
kaki	ft	= 12 in = 0.3048 m
yard	yd	= 3 ft = 0.9144 m
mil	mi	= 1760 yd = 1609.344 m
tahun cahaya	l.y.	$= 9.460\ 730\ 473 \times 10^{15}$ m
Luas, A		
meter kuadrat (*SI unit*)	m^2	
are	a	$= 100\ m^2$
hektar	ha	$= 10^4\ m^2$
meter kubik (*SI unit*)		
liter	l, L	$= dm^3 = 10^{-3}\ m^3$
barrel		$\sim 158.987\ dm^3$
Massa, m		
kilogram	kg	
ton	t	$= 10^3$ kg
Waktu, t		
secon	s	
menit	min	= 60 s
jam	h	= 3600 s
Kecepatan, a		
	$m \cdot s^{-2}$	
Gaya, F		
newton	N	$= kg \cdot m \cdot s^{-2}$
dyne	dyn	$= 10^{-5}$N
Kilogram gaya	kgf	= 9.806 65 N

Nama Satuan	Lambang	Nilai Satuan (SI)
Tekanan, p		
pascal	Pa	$= N \cdot m^{-2} = kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$
atmosfer	atm	= 101 325 Pa
bar	bar	$= 10^5$ Pa
torr	Torr	= (101 325/760) Pa ~ 133.322 Pa
Millimeter merkuri	mmHg	$= 13.5951 \times 980.655 \times 10^{-2}$ Pa ~ 133.322 Pa (= 1 torr)
Arus Listrik, I		
ampere	A	
Muatan listrik, Q		
coulomb	C	$= A \cdot s$
Tegangan, U		
volt	V	$= N \cdot m \cdot C^{-1}$
Tahanan, R		
ohm	ohm	$= V \cdot A^{-1}$
Energi, U		
joule	$J = N \cdot m$	$= kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
erg	erg	$= 10^{-7}$ J
electronvolt	eV	$= e \times V \sim 1.602\ 18 \times 10^{-19}$ J
kalori	calth	= 4.184 J
Daya, P		
watt	W	$= J \cdot s^{-1} = N \cdot m \cdot s^{-1} = kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$
Suhu, T		
kelvin	K	
derajat Celsius	°C	T[°C] = T[K] - 273.15
derajat Fahrenheit	°F	T [°F] = 1.8 (T [°C]) + 32
derajat Reamur	°R	= (5/9) K

Tabel Periodik Unsur
IA
IIA
IIIB
IVB
VB
VIB
VIIB
VIIIB
IB
IIB
IIIA
IVA
VA
VIA
VIIA
VIIIA
1
2
3
4
5
6
7
1 H 1,008
2 He 4,003
3 Li 6,941
4 Be 9,012
5 B 10,811
6 C 12,011
7 N 14,007
8 O 15,999
9 F 18,998
10 Ne 20,180
11 Na 22,99
12 Mg 24,31
13 Al 26,98
14 Si 28,09
15 P 30,97
16 S 32,07
17 Cl 35,45
18 Ar 39,95
19 K 39,10
20 Ca 40,08
21 Sc 44,96
22 Ti 47,88
23 V 50,94
24 Cr 52,00
25 Mn 54,94
26 Fe 55,85
27 Co 58,93
28 Ni 58,69
29 Cu 63,55
30 Zn 65,39
31 Ga 69,72
32 Ge 72,61
33 As 74,92
34 Se 78,96
35 Br 79,90
36 Kr 83,80
37 Rb 85,47
38 Sr 87,62
39 Y 88,91
40 Zr 91,22
41 Nb 92,91
42 Mo 95,94
43 Tc 98,91
44 Ru 101,07
45 Rh 102,91
46 Pd 106,42
47 Ag 107,87
48 Cd 112,41
49 In 114,82
50 Sn 118,71
51 Sb 121,76
52 Te 127,60
53 I 126,90
54 Xe 131,29
55 Cs 132,91
56 Ba 137,33
57–71 La – Lu
72 Hf 178,49
73 Ta 180,95
74 W 183,84
75 Re 186,21
76 Os 190,23
77 Ir 192,22
78 Pt 195,08
79 Au 196,97
80 Hg 200,59
81 Tl 204,83
82 Pb 207,2
83 Bi 208,98
84 Po (209)
85 At (210)
86 Rn (222)
87 Fr (223)
88 Ra 226,03
89–103 Ac – Lr
104 Rf (261)
105 Db (262)
106 Sg (263)
107 Bh (262)
108 Hs (265)
109 Mt (266)
110 Ds
111 Uuu
112 Uub
113 Uut
114 Uuq
115 Uup
116 Uuh
57 La 138,91
58 Ce 140,12
59 Pr 140,91
60 Nd 144,24
61 Pm (145)
62 Sm 150,36
63 Eu 151,97
64 Gd 157,25
65 Tb 158,93
66 Dy 162,50
67 Ho 164,93
68 Er 167,26
69 Tm 168,93
70 Yb 173,04
71 Lu 174,97
89 Ac 227,03
90 Th 232,04
91 Pa 231,04
92 U 238,27
93 Np 237,05
94 Pu (244)
95 Am (243)
96 Cm (247)
97 Bk (247)
98 Cf (251)
99 Es (252)
100 Fm (257)
101 Md (258)
102 No (259)
103 Lr (260)
Non Logam
Logam Alkali
Logam Alkali Tanah
Logam Transisi
Metaloid
Halogen
Deret Aktinida
Deret Lantanida
Gas Mulia

Daftar Pustaka

Beeson, S. *Patterns in Nature : light and optics*, http://acept.la.asu.edu/, 1995

Blaber, M., *General Chemistry I*, http://Wine1.sb.fsu.ed./, 1998.

Bodner, G., Keys, S.,*Lecture Demonstration Manual*, http://www.chemed.chem.purdue.edu/. 2002

Dian Surdijani, dkk, *Pelajaran Fisika untuk SLTP Kelas 1*, PT Sarana Panca Karya Nusa, Bandung 2002

Dian Surdijani, dkk, *Pelajaran Fisika untuk SLTP Kelas 2*, PT Sarana Panca Karya Nusa, Bandung 2002

Dickson, T.R., *Study Guide to Accompany Introduction to Chemistry" 4th edition*, John wiley & sans, New York,1983.

Dickson, T.R., *Introduction to Chemistry*, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1991

Farabee, M.J., *On-Line Biology Book*, http://www.emc.maricopa.edu/, 2002

Franklin, R., *Monarch Butterfly Metamorphosis*, http://www.butterflybushes.com/2001

Harry Firman, *Kimia 1, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan*, balai Pustaka, Jakarta,1993.

Irving, B., Notes for "*A Gentle Introduction to Optical Design*", http://www.opticalres.com/, 2004

Irving, B., *OPTICS FOR KIDS: Science and Engineering* http://www.opticalres.com/, 2004

Mc. Carron, T., *Tanner 's General Chemistry*, http://www.tannerm.com, 1997.

Mifflin,H., *Science Library Adventure*, http://www.eduplace.com/2000

Russell., R., *Fundamental Physics*, http://www.windows.ucar.edu/, 2004

Zenner, G.M., Matt D'Amato: *The Landscape of Virus Hunting*, http://mrsec.wisc.edu/ 2005

______________*World Wildlife Fund*,, http://worldwildlife.org/, 2004

______________,*Think Quest*, http://library.thinkquest.org/, 1999

______________, *The Columbia Electronic Encyclopedia, 6th ed*, Columbia University Press., 2003

______________, *Wikipedia the free encyclopedia*, http://en.wikipedia.org/, 2004.

Sumber gambar : G. Blider (CD), http://www.ci.fargo.nd.us/

ISBN: 978-979-068-759-2 (no jilid lengkap)
ISBN: 978-979-068-762-2

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2009 Tanggal 12 Februari 2009 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp12.771,-